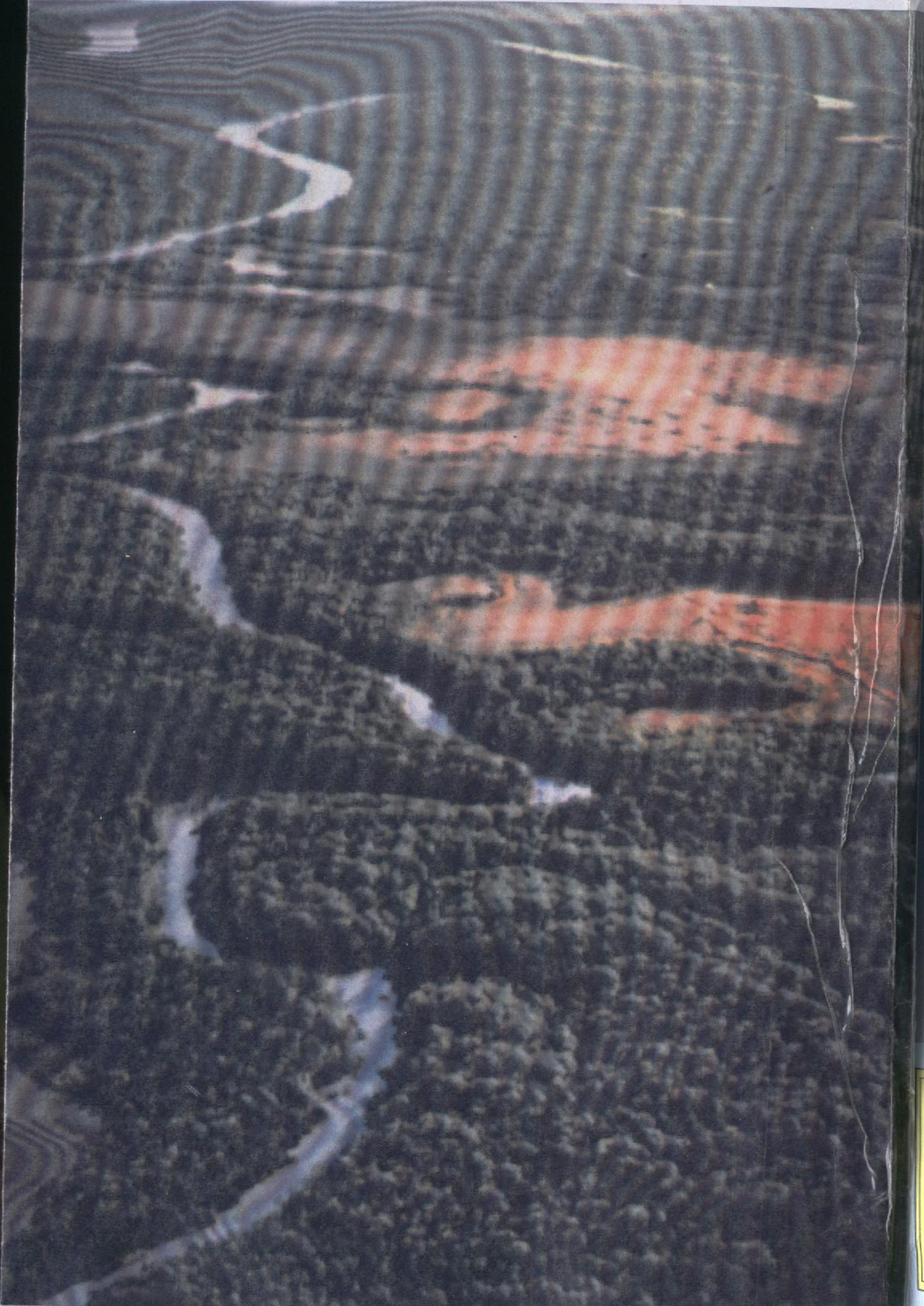


ECCIÓN PERMACULTURA



ENERGÍA EÓLICA E HIDRÁULICA DE BAJO COSTO

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

COLECCIÓN PERMACULTURA

Desgravación del curso de permacultura
Prof.: Antonio Urdiales Cano

www.permacultura.com.ar

info@permacultura.com.ar

Tel.: 011-4709-7675

ACLARACIÓN:
La palabra PERMACULTURA esta registrada. El autor de esta obra está autorizado a usarla.

DMDA 940856
Reproducción prohibida

COLECCIÓN PERMACULTURA

Energías Eólica e Hidráulica De Bajo costo

I. Energía Eólica

Potencia disponible

Antes de decidirnos por la energía eólica, que tipo de máquina vamos a usar y qué costo vamos a afrontar, es necesario conocer el lugar, la velocidad y la frecuencia del viento. Lo que define cuanta potencia tendrá nuestro equipo es el diámetro de la turbina a usar y la velocidad del viento.

Para producir energía eléctrica con el viento no se trata de contar con la mejor turbina y el mejor generador si no de la mejor pareja turbina-generador. Por eso hay que ir probando y ajustando distintos generadores para una hélice o distintos diámetros y numero de palas para un mismo generador. Contamos con una fórmula, que nos da la potencia aproximada en kilovatios, en función del diámetro de la pala y la velocidad del viento.

$$P = \frac{V^3 \cdot D^2 \cdot K}{45.000}$$

P: potencia en Kw
D: diámetro de la hélice en m
V: velocidad del viento en Km/h
K: coeficiente según el tipo de turbina.

	Coeficiente K
Sabonius	0,15
Molino de viento	1,17
Molino a vela	0,30
Molino de bombeo de agua	0,30
Rotor Darrieus	0,30
Hélice de alta velocidad	0,45

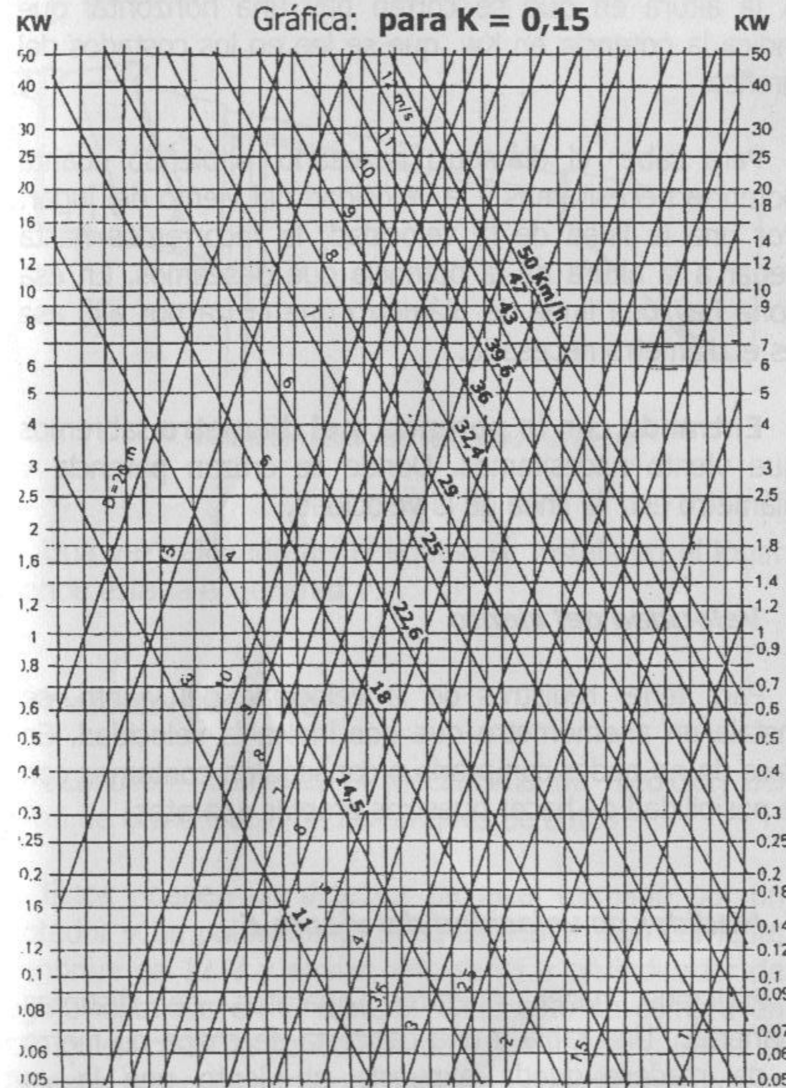
Para calcular el diámetro necesario:

$$D = \frac{45.000 \cdot P}{V^3 \cdot K}$$

Calculo grafico

Para un calculo aproximado podemos acercarnos a los valores de potencia posibles con el siguiente grafico donde se entra por las líneas cruzadas.

KW Gráfica: **para K = 0,15** KW



Para saber la potencia, la velocidad del viento la tenemos en las líneas inclinadas (caídas hacia la izquierda), una de ellas representa esa velocidad, en las líneas inclinadas hacia la derecha está el diámetro en m de la hélice. Siguiendo una línea de velocidad buscamos donde se corta con la línea del diámetro que queremos. A la altura en que se cortan hay una horizontal que indica la potencia en Kw. que se lee en los costados del grafico.

Para saber el diámetro necesario, sabiendo cuanta potencia necesitamos y la velocidad del viento del lugar. Por una la línea de la velocidad, la recorremos hasta llegar a la altura de la potencia que deseamos. En esa zona hay una línea de diámetro que cruza por allí, ese es el diámetro necesario.

Entrando con la potencia y el diámetro sabremos que viento necesitamos. Donde se cruzan potencia y diámetro esta la línea de la velocidad.

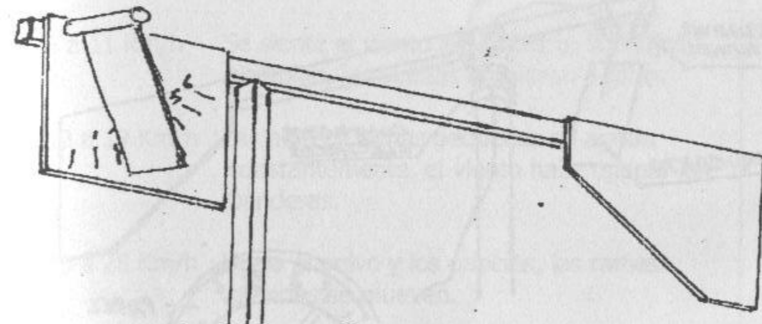
Velocidad del viento

Para tener registros de la velocidad del viento, se instala un anemómetro que nos indica la velocidad. En caso de no poder comprarlo o conseguirlo contamos con la posibilidad de hacer nuestros propios aparatos.

Medidor de velocidad del viento 6

Podemos hacer nuestros aparatos de distintas maneras. Una tabla y una pancarta de chapa de hierro o de madera queda expuesta al viento que la va empujando y llevando a una posición que depende de la

fuerza del viento. La posición de esa "pancarta" indica la velocidad. Una vez construido se lo saca a pasear sobre un camión o camioneta un día que sabemos que no hay viento. Con la referencia del velocímetro del vehículo vamos haciendo las marcas sobre la tabla en la posición de la pancarta.



Indicador casero de velocidad del viento

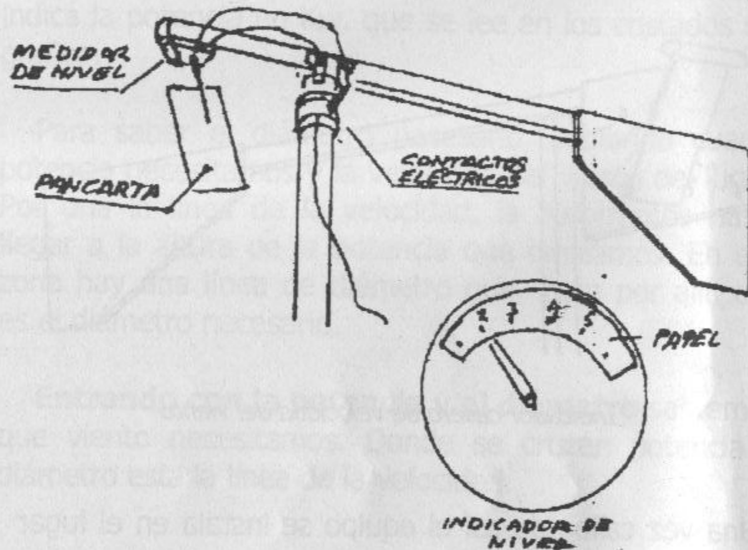
Una vez calibrado así el equipo se instala en el lugar donde estaría el generador.

Detector eléctrico

¿Conocen cómo es el mecanismo de medición del nivel de combustible de los tanques de autos?

Estos tienen un detector de nivel formado por un flotador y un potenciómetro, se alimentan con corriente continua de 12 V y envían una señal a un indicador de aguja instalado en el tablero. Todo esto se compra en cualquier casa de repuestos de automóviles, tanto el flotador como el reloj indicador de nivel. Al detector le quitamos el flotador, le ponemos una pancarta de chapa

y lo atornillamos sobre un soporte. Lo sacamos a pasear un día sin viento pero esta vez, las marcas se hacen en el indicador sobre cuyo vidrio pegamos un papel con forma apropiada para ese fin. Con eso podemos tener un medidor de velocidad del viento.



Medición visual

Hay una forma de medir aproximadamente la velocidad del viento. Los telegrafistas usaban un código para medir sin aparatos y comunicar la velocidad del viento.

Distinguían 12 niveles, de viento 1 a 11.

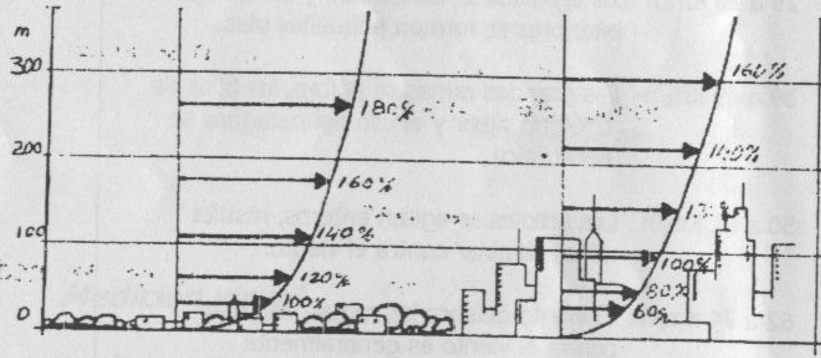
He aquí los indicadores que usaban como referencia;

VELOCIDAD	I N D I C A D O R E S
0 a 1 Km/h	El humo sube en forma vertical, las hojas de los árboles no se mueven.
1 a 5 Km/h	Las hojas de los árboles grandes apenas se mueven, la dirección del viento queda marcada por el humo.
6 a 11 Km/h	Se siente el viento en el rostro, las hojas tiemblan, las veletas empiezan a girar.
12 a 19 Km/h	Las hojas y ramas pequeñas se agitan constantemente, el viento hace ondear las banderas.
20 a 28 Km/h	Vuela el polvo y los papeles, las ramas grandes se mueven.
29 a 38 Km/h	Los arbustos se balancean y en las aguas interiores se forman pequeñas olas.
39 a 49 Km/h	Las grandes ramas se agitan, los hilos de teléfono silbar y el uso del paraguas se hace difícil.
50 a 61 Km/h	Los árboles se agitan enteros, resulta difícil caminar contra el viento.
62 a 74 Km/h	El viento quiebra las ramas, caminar contra el viento es generalmente imposible
75 a 88 Km/h	Se parten las ramas grandes, caen chimeneas y carteles.
89 a 102Km/h	Arranca árboles de raíz y produce daños en edificios.
Mas de103	Destruye edificios, vuelça automóviles y arranca postes

La altura tiene que ver

Para las mediciones, lo mejor es hacerlas en el mismo lugar y altura que va a estar el equipo. Por ejemplo contar con la torre antes de hacer las mediciones. Sin embargo esto no es lógico porque no se puede hacer la mitad de la inversión para saber si es factible el total de ella.

Si no se cuenta con una torre precaria como ser una torre de antena, alguna construcción en el lugar, no hay mas remedio que montar el aparato de medición en un caño o algo lo mas alto posible y calcular que a más altura tenemos más velocidad. La diferencia de altura entre el lugar de la máquina y la medición produce diferencias de medición que se corrigen con la siguiente gráfica:



En la grafica se observa que los primeros metros de altura son los más valiosos.

Más importante que la velocidad

Ninguna medición de velocidad es decisiva para elegir la energía eólica. Lo más importante es la regularidad

del viento. Con ninguna otra fuente de energía hay tanto problema con la regularidad. Conozco casos que invirtieron gran cantidad de dinero y luego abandonaron el generador en las alturas mientras usan energía de la red. Otros insisten con la energía eólica pero pasan días en la oscuridad.

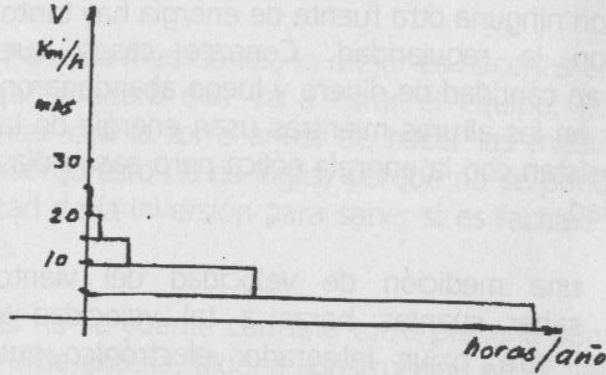
Más que una medición de velocidad del viento necesitamos saber cuantas horas a tal velocidad y cuantas a tal otra, o un integrador electrónico que multiplique velocidad por tiempo, o lo que es lo mismo, un pequeño generador con un medidor cumple cabalmente con esa función. Ese mismo trabajo lo hace un molino con bomba de agua. La cantidad de agua a lo largo del año indica la cantidad de energía.

Lo más importante no es contar con una gran velocidad del viento. Si se trata de una brisa permanente es una buena variante, porque en ese caso se pone una hélice más grande y todo arreglado. Pero si tenemos en el año un mes sin viento y once de calma ¿qué hacemos? Se puede acumular la energía eléctrica para tres, cinco días, pero diez días o quince y aumentamos el costo de manera impresionante.

En la costa marina y en el Sur Patagónico anda bien la eólica porque mucho viento y constante. En otras regiones hay que estudiarlo muy bien antes de tomar a decisión de instalarlo.

Mejor poco pero siempre

Una vez estudiado el régimen de vientos del lugar nos encontramos frente a la decisión de que maquina elegir.

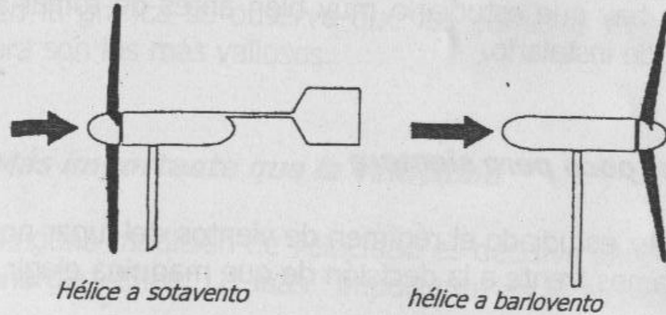


Nos conviene diseñar un sistema que aproveche la energía el mayor tiempo posible. No la mayor potencia posible. Es decir, un equipo para vientos de poca velocidad y que arranque con poco viento para que trabaje el mayor tiempo posible.

La turbina eólica

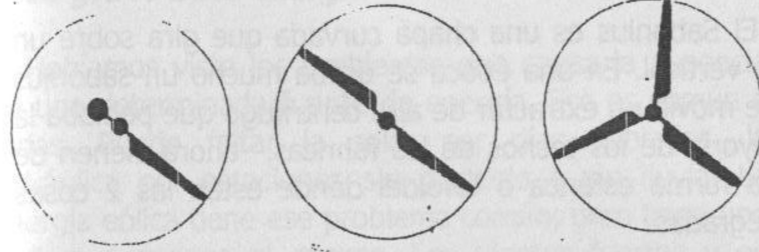
Tenemos muchos tipos de turbinas. Las de eje horizontal y las de eje vertical.

Las de eje horizontal son las hélices, que pueden ser a sotavento o a barlovento, la primera es la que está del lado de donde azota el viento, la segunda no necesita veleta y está la hélice del lado que se va el viento.

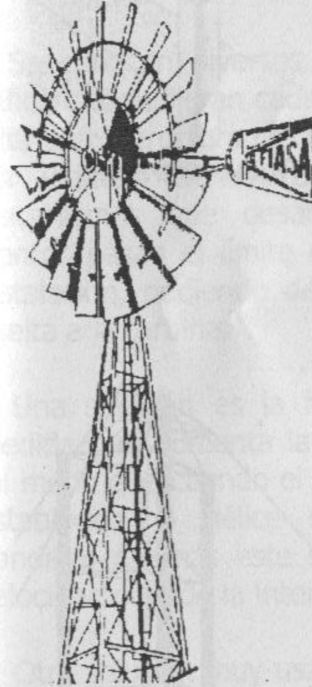


Hélice a sotavento *hélice a barlovento*

¿Porqué las hélices tienen 4; 3; 12 palas?



Cuanto menos palas tienen mayor rendimiento tienen, también más velocidad desarrollan y menos torque, por supuesto. La hélice más rápida es la de una pala y contrapeso, pero es también la más desequilibrada porque el empuje del viento sobre la hélice no solo produce torsión sobre el eje, también la hélice produce un momento flector sobre el eje mientras que el contrapeso no produce flexión.

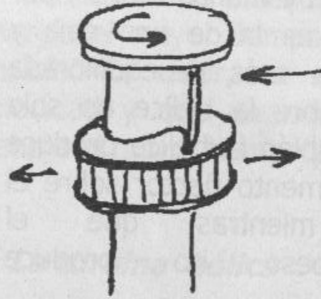


Los molinos para elevar agua tienen muchas palas, mucho torque y poca velocidad. Además tienen una caja de engranajes que reduce aún más la velocidad

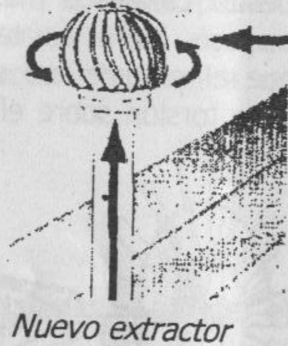
La velocidad esta en función de la velocidad del viento, del numero de palas, del ángulo de ataque y del diámetro de la hélice. Achicando el diámetro tengo más velocidad.

Turbinas de eje vertical

El Sabonius es una chapa curvada que gira sobre un eje vertical. En una época se usaba mucho un sabonius que movía un extractor de aire centrífugo que poblaba la mayoría de los techos de las fábricas, ahora vienen de una forma esférica o toroidal donde están las 2 cosas integradas.

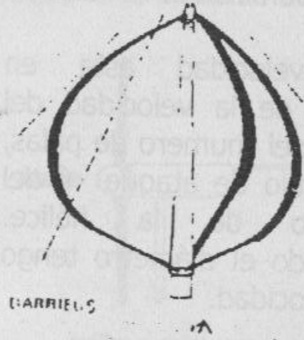


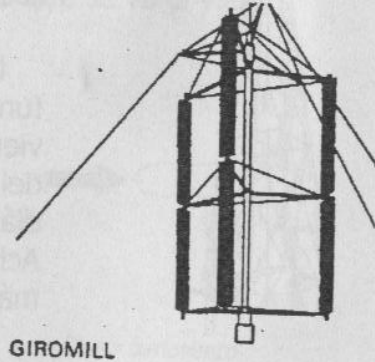
Extractor clásico



Nuevo extractor

Otras de eje vertical





Lo grave de la energía Eólica

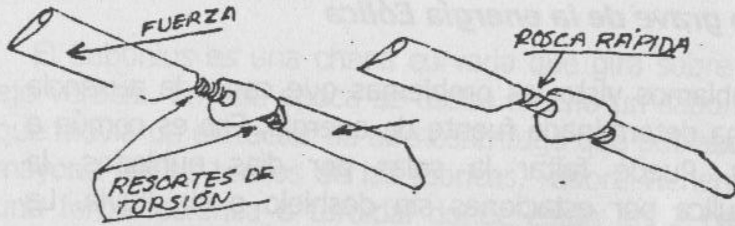
Habíamos visto los problemas que causa la ausencia de una determinada fuente de energía. Eso es común a todas. Puede faltar la solar por días nublados, la hidráulica por estaciones sin deshielo o sin lluvia. La energía eólica tiene ese problema común, pero tiene uno exclusivo que es el exceso. Los vientos fuertes y en algunos lugares los huracanes.

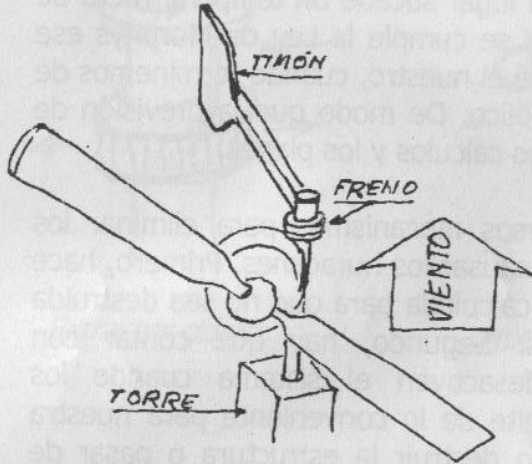
Siempre, en algún lugar sucede un temporal fuera de lo acostumbrado y si se cumple la Ley de Murphys ese momento y lugar será el nuestro, cuando terminemos de instalar un equipo eólico. De modo que la previsión de esto debe estar en los cálculos y los planes.

Se conocen diversos mecanismos para eliminar los daños que pudieran causar los huracanes. Primero, hace falta una estructura calculada para que no sea destruida por vientos fuertes. Segundo, hay que contar con mecanismos que desactiven el sistema cuando los vientos pasan el límite de lo conveniente para nuestra instalación, pudiendo destruir la estructura o pasar de vuelta a la turbina.

Una solución es la hélice de paso variable, que a medida que aumenta la velocidad aumenta el paso, de tal modo que cuando el viento llega a la velocidad límite establecida la hélice se encuentra en posición de bandera. Además este sistema facilita la regulación de velocidad cuando la intención es usar corriente alterna.

Otra solución muy usada es un mecanismo que con el exceso de viento atraviesa el equipo, es decir, pone el eje de rotación transversal al desplazamiento del viento,





El más común de los mecanismos es el que se muestra en la figura. El eje de rotación del equipo está en distinto plano que el de rotación de la hélice, de modo que hay un esfuerzo giratorio que tiende a sacar al equipo de su posición de trabajo, esto se compensa gracias al esfuerzo que hace el timón del equipo. Pero el timón puede girar con respecto al generador a causa de un freno débil que puede ser superado cuando el viento pasa de cierto valor.

Las tres soluciones que hemos visto pueden ser ensayadas y puestas a punto, en un día sin viento, a bordo de un camión con velocímetro.

Fabricantes

Sin recomendar porque no conocemos.

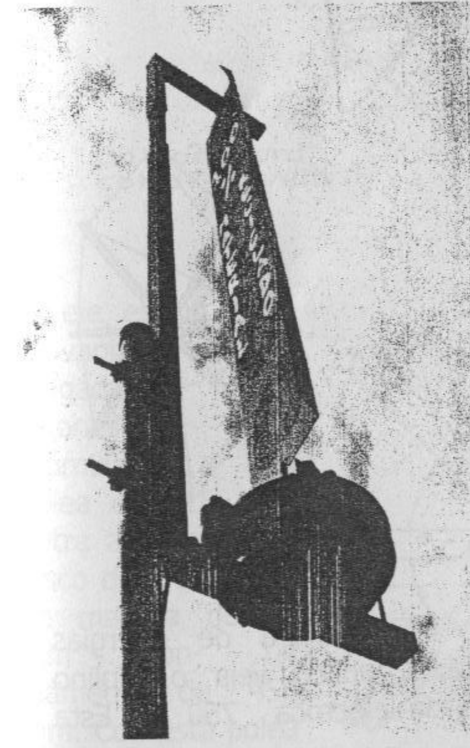
SEA SA Balcarce 878 Capital Federal 011-4366-8085 / 8586.

Waldman Veles Sarfield 6.493 Munro Pcia de Bs As 011-4762-4367.

Ergos Chubut 837 Ramos Mejías Pcia de Bs As 011-4653-0753 / 0417.

Cualquier fabricante del País y alrededores, comuníquese a mi teléfono para incluirlo en la lista. 011-4709-7675 ó pemacultura@ciudad.com.ar

De cartel a generador eólico



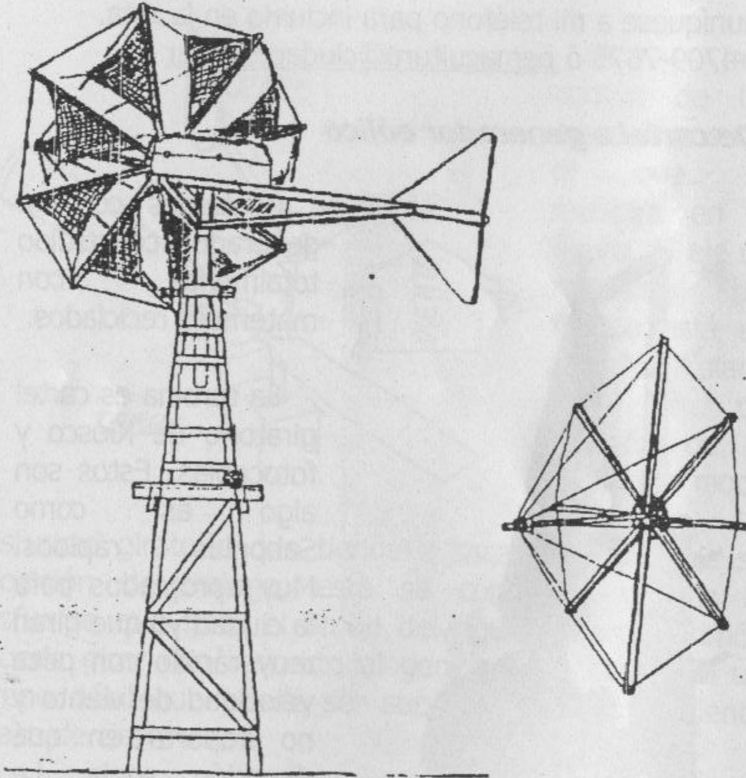
Contamos con un generador construido totalmente con materiales reciclados.

La turbina es cartel giratorio de Kiosco y fotocopias. Estos son algo así como Sabonius rápidos. Muy apropiados para la ciudad ya que giran muy rápido con poca velocidad de viento y no importa en qué dirección sopla. Le pusimos un motor de lustra-aspiradora. El motor tiene reemplazado el

campo por imanes permanentes.

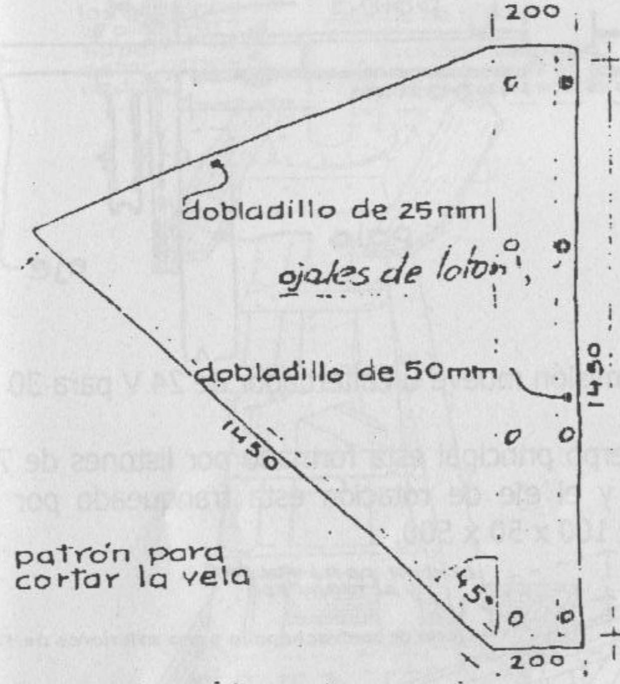
Este tipo de generador es especial para quien vive en un departamento y quiere cortarse la electricidad. Puede ser instalado en un bacón que tenga buen viento durante el día. No se puede aprovechar de noche por el ruido que produce, que si bien no es mucho, se transmite por las paredes a todo el edificio y de noche, cualquier ruido es mucho.

Molinos de viento

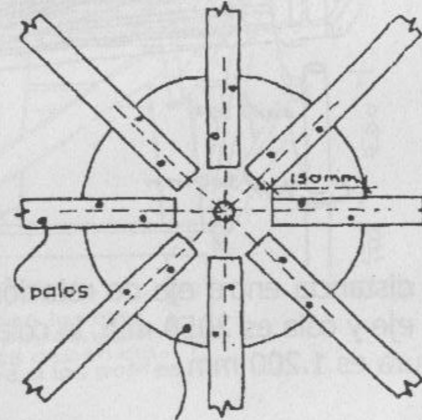


Muy difundido en toda la literatura de energías alternativas es el generador eólico vela o Molino Cretense. Tiene una potencia eléctrica 750 W. Esta

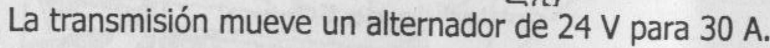
construido con postes, listones, soga, lona, algo de herrería y buloneria. El rotor tiene un diámetro de 3,85 m y esta compuesto de ocho listones de 50 x 50 x 1850 mm unidas con soga de velero de diámetro 5 mm, ahí se montan las velas de lona.



El eje es un caño Galvanizado de una pulgada. Los listones van atornillados a una polea de 315 mm, entre ambos va un disco de enchapado de madera de 25 mm con un diámetro de 450 mm. Con esta polea

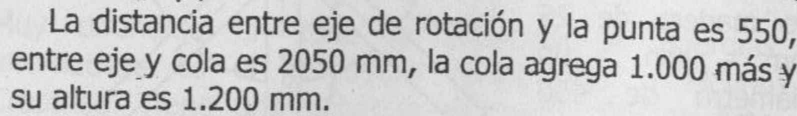


comienza un tren compuesto de transmisión que multiplica por 100 el numero de vueltas del rotor.



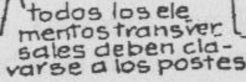
La transmisión mueve un alternador de 24 V para 30 A.

El cuerpo principal esta formado por listones de 75 x 50 mm y el eje de rotación esta franqueado por dos tacos de 100 x 50 x 500.



La distancia entre eje de rotación y la punta es 550, entre eje y cola es 2050 mm, la cola agrega 1.000 más y su altura es 1.200 mm.

La torre se construye con cuatro postes y listones de 100 x 75 mm. Se arma en el suelo como dos escaleras independientes y luego se unen formando la torre y por ultimo se erige con sogas.



II- Energía Hidráulica

¿Cuanta potencia tenemos?

La hidráulica es la mejor de todas las fuentes de energía, con menos inversión ofrece más potencia. El agua es más potente. Por lo general, esta fuente de energía esta presente todo el año y a toda hora. De modo que si generamos alterna es fácil regular la velocidad porque solo varia la carga eléctrica y si generamos continua se requiere muy poca potencia porque acumula energía durante 24 horas por día,

Formula para saber cuánta energía:

La potencia en kilovatios, es igual a la altura en metros, por el caudal en litros por segundo, dividido 200

$$P\,(Kw) = \frac{h\,(m).\ Q\,(litros/min)}{200}$$

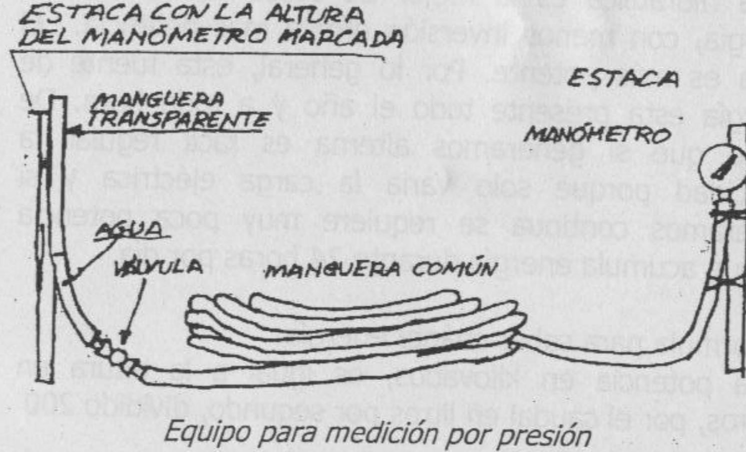
P: Potencia en Kw
H: altura en m
Q: caudal en litros por segundo

Medición de la altura

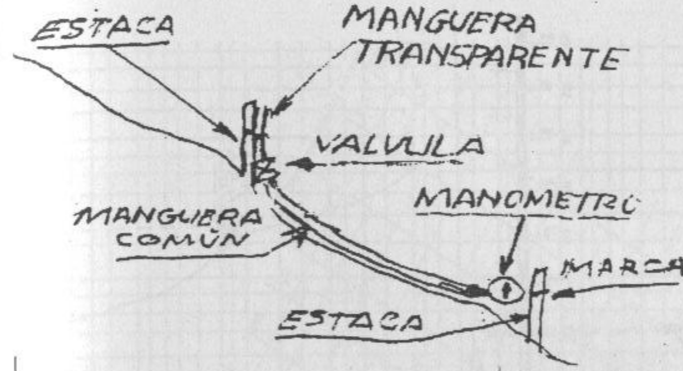
La diferencia de altura en metros es fundamental. Para medirla hay muchas variantes. Hay relojes que vienen con altímetro y miden con un error de medio metro en mas o en menos. Otra variante es contrastar un agrimensor que nos diga que diferencia de altura tenemos. Hay otra que es con satélite y da la diferencia con un error entre 4 y 12 m.

Midiendo con manómetro

Con una manguera y un manómetro se mide perfectamente la altura. Lo que medimos es presión, conviene hacerlo con agua del mismo río. No es necesario contar con una manguera de la longitud de la instalación, se puede usar un tramo que se va transportando y sumando las presiones medidas hasta lograr el resultado total. También el largo de la manguera se va sumando para tener idea de la longitud de la instalación



Equipo para medición por presión

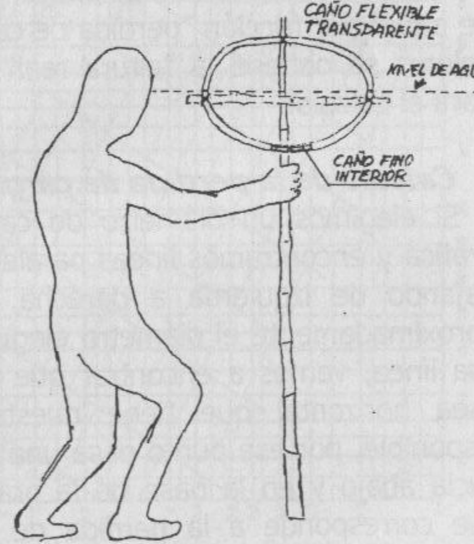


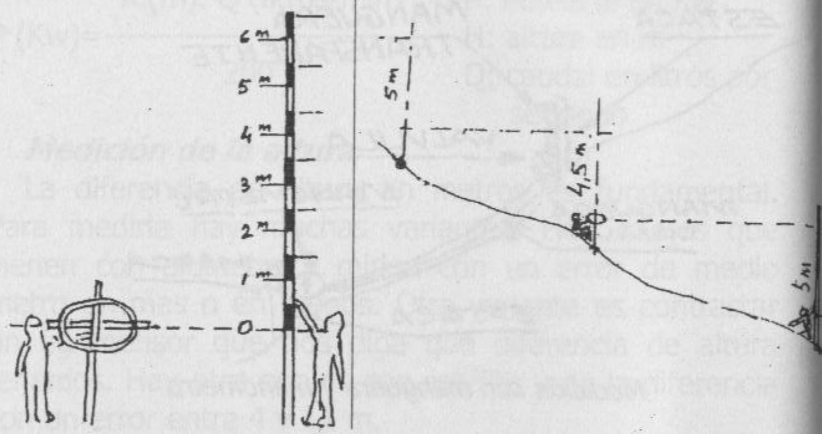
Medición con manguera y manómetro

La cruz de la verdad

Así llaman a un nivel óptico formado por una cruz de caña, a esta se encuentra atada una manguera transparente cerrada en forma de anillo, este anillo está lleno de agua hasta la mitad. Eso es lo que permite alinear la vista para comparar alturas.

Otra persona con una caña pautada en metros se ubica más abajo en la pendiente. Se observa la diferencia de altura, luego el de la caña espera la llegada del de la cruz para que la ubique en el mismo lugar que la caña. Se anota la diferencia y se repite la operación hasta llegar al lugar de destino, luego se suma todo. La caña sirve para ir midiendo la distancia.



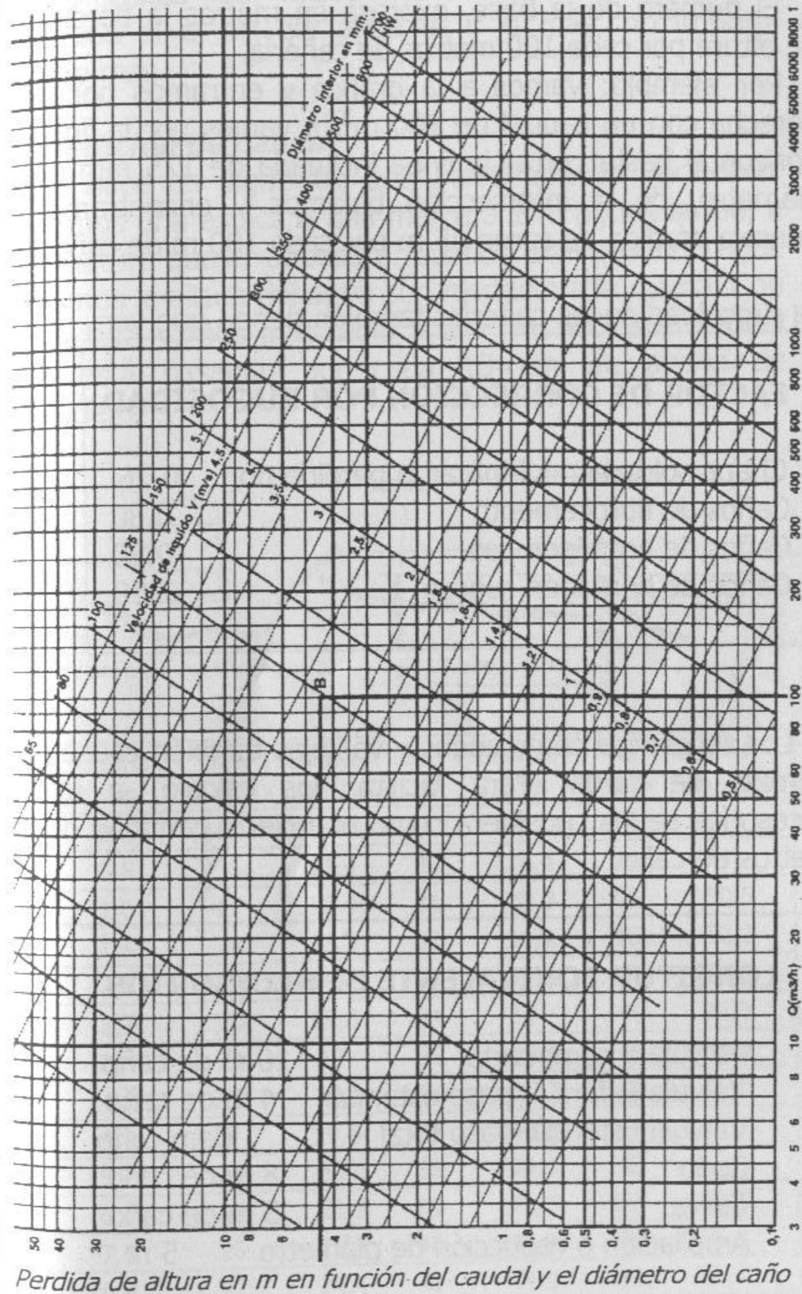


La altura real

Para aplicar la formula de la potencia disponible, necesitamos la altura y el caudal. Sin embargo, la altura medida corresponde a un caudal cero. Cuando hay velocidad del fluido se pierde altura en el punto de destino. Lo que se pierde por fricción depende de la velocidad del fluido y del diámetro de las cañerías. A la altura medida se la llama "altura geodésica" la perdida de altura por fricción "perdida de carga" restando ambos valores se obtiene la "altura real" que es la que sirve para el calculo.

Calculo de la perdida de carga

Si elegimos un diámetro de cañería entramos a la gráfica y encontramos líneas paralela inclinadas que van bajando de izquierda a derecha, una de ellas tiene aproximadamente el diámetro elegido. Moviéndonos por esa línea, vamos a encontrar que se corta con alguna línea horizontal que tiene nuestro caudal de agua disponible, por ese punto pasa una vertical, la seguimos hacia abajo y en la base de la grafica hay un numero que corresponde a la perdida de carga para nuestro caso.



Perdida de altura en m en función del caudal y el diámetro del caño

El número de la base, expresa en metros la perdida de altura por cada 100 metros de cañería.

Por ejemplo: vamos a la gráfica y entramos por la derecha con un caudal de 100 m^3/h, vamos por la línea horizontal hasta cortar la línea inclinada de 125 mm de diámetro, de la intersección bajamos y encontramos nuestra pérdida de carga 45 m por cada 100 m de caño.

La rugosidad de las cañerías también tienen que ver:

FACTOR DE CORRECCIÓN POR RUGOSIDAD

Chapa soldada. Multiplicar la perdida por	0,76
Caños de fibrocemento	0.80
Caños de hormigón liso	0.80
Caños de hormigón rugoso	2.10

Los accesorios como codos y válvulas también causan pérdida de carga. Para facilitar los cálculo, a los accesorios se los considera como una cierta cantidad de metros de caño:

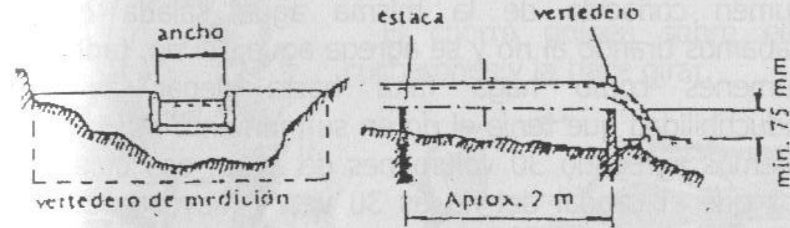
LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS

Válvula a compuerta:	10 m de caño
Válvula Esférica. paso estándar	4 m de caño
Válvula Esférica. paso total	idem caño
Codo	8 m de caño
Curva	5 m de caño
Ampliación o reducción de diámetro	5 m

Los caños de hierro resisten perfectamente la corrosión si el pH del agua es 7 o más, no importa cuanto más.

Medición de caudal

Se hace un diquecito, una pared con un vertedero. Ponemos una estaca o una marca a 2 m aguas arriba, a igual altura que el vertedero. Cuando está pasando agua medimos la altura del agua con respecto a la marca. Con esa altura vamos a la tabla y ella nos indica el caudal que está pasando por cada 10 cm de ancho de vertedero.



Prof. h cm	Caudal Q l/s	Prof. h cm	Caudal Q l/s	Prof. h cm	Caudal Q l/s	Prof h cm	Caudal Q l/s
1	0,7	15	10,4	29	27	43	47.4
2	0,5	16	11,4	30	28,4	44	49
3	1,0	17	12,4	31	28,8	45	50.5
4	1,4	18	13,5	32	31,2	46	52,1
5	2,0	19	14,7	33	32,6	47	53,7
6	2,7	20	15,8	34	34	48	55,3
7	3,4	21	17	35	35,4	49	56.9
8	4,1	22	18,1	36	36,9	50	58,5
9	4,9	23	19,4	37	38,3	51	60,2
10	5,7	24	20,6	38	39,8	52	61,8
11	6,6	25	21,9	39	41,3	53	63,5
12	7,5	26	23,1	40	42,8	54	65,1
13	8,4	27	24,4	41	44,3	55	66,8
14	9,4	28	25,7	42	45,9	56	68,5

Por ejemplo, si medimos una profundidad de 5 cm, la tabla indica 2 litros por segundo por cada 10 cm de ancho del vertedero. Si nuestro vertedero mide 40 cm de ancho el caudal que queremos medir es de 8 litros por segundo.

La prueba de la sal

Para mayores caudales se mide por conductibilidad eléctrica. Alguien vierte agua del mismo río con el agregado de sal, otra persona, aguas abajo, mide la conductibilidad eléctrica del cause, esta va aumentando por el agregado de sal, luego va decreciendo hasta lo normal. Luego, en un recipiente grande se pone un volumen conocido de la misma agua salada que estábamos tirando al río y se agrega agua del río, tantos volúmenes como haga falta hasta llegar a la conductibilidad que tenía el río en su momento máximo. Si hemos agregado 30 volúmenes de agua, eso quiere decir que el caudal del río es 30 veces mayor que el volumen que vertimos en él. Lo mejor es verter de un camión tanque con una bomba con caudal conocido o por un caño cuyo caudal conocemos bien. Todo esto se puede hacer midiendo resistencia pero lo dicho es al revéz.

Las turbinas hidráulicas

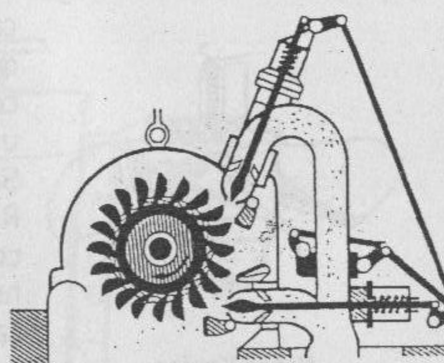
Hay distintos tipos de turbina, un para distintos casos como ser mucha presión con poco caudal, Mucho caudal con poca presión, otro caso sería mucha altura y mucho caudal a la vez. Siempre hay una turbina adecuada para el caso

La turbina Pelton

Es la turbina más usada donde hay mucha altura y poco caudal. Tal es el caso de Chile, donde los ríos tienen un cause corto, por lo tanto de poco caudal. Pero

por el mismo motivo, en Chile cuentan con grandes diferencias de altura.

Imaginen una manguera de bombero cuyo chorro golpea contra una rueda que tiene unas tacitas que son como cucharones de doble hilera.

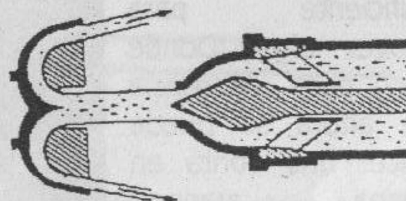


Turbina Pelton con 2 chorrros



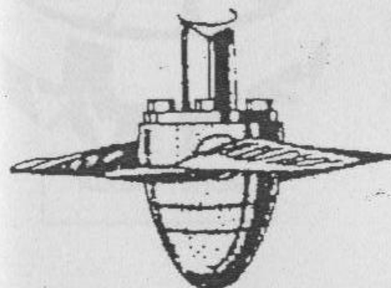
Rotor Pelton

El chorro golpea sobre eso cucharones y la hace girar.



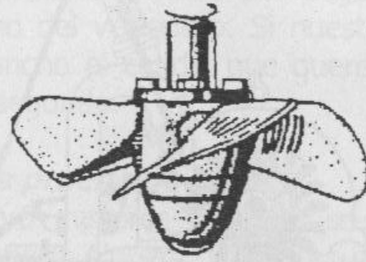
El chorro se divide y cambia de dirección

La turbina Kaplan



Estas son como lo que llamamos turbo-ventilador, estas hélices son de paso variable. Cuando las aspas están muy planas, pueden girar muy rápido

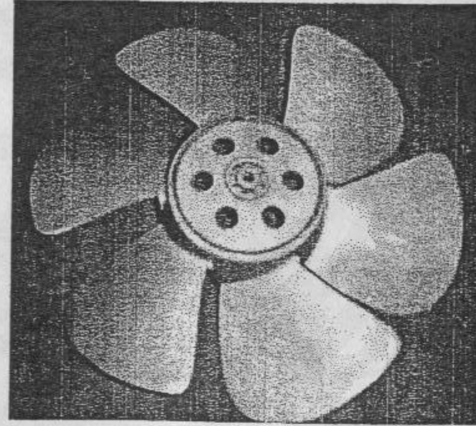
con poca velocidad de agua Se usa para grandes caudales con poca diferencia de altura como es el caso de las usinas mareo-motrices o Salto Grande sobre el Río Uruguay. Trabajan con eje vertical u horizontal según sea el caso

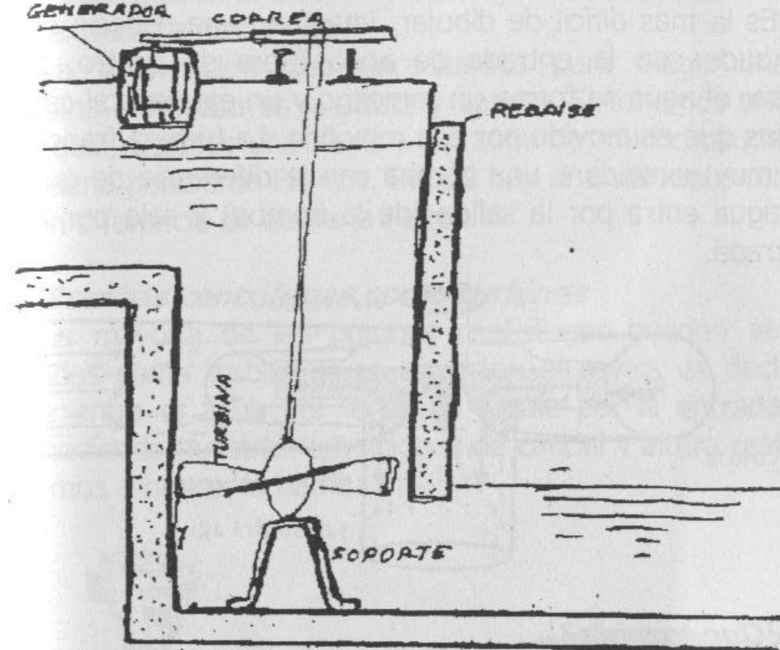


Rotor Kaplan

La Kaplan casera

Cualquier turbo-ventilador metido en una acequia es una turbina Kaplan. Si la acequia tiene suficiente velocidad es suficiente para mover algo. Donde hay poca diferencia de altura se puede hacer una obrita en chapa, madera, hormigón o ladrillo y con esto algo de energía se puede lograr.





Diseño para un canal de riego

La Francis

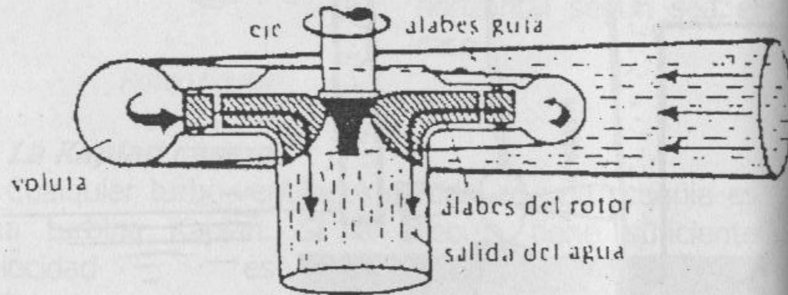
Se usa para cualquier potencia, de lo más chico a los más grande, siempre que se cumpla la condición de cierta proporción entre altura y caudal. Poca altura con poco caudal, mucha altura con mucho caudal. También donde coincide el inmenso caudal con la gran altura, como es el caso de Yaciretá, Corpus, El Chocón, se usan



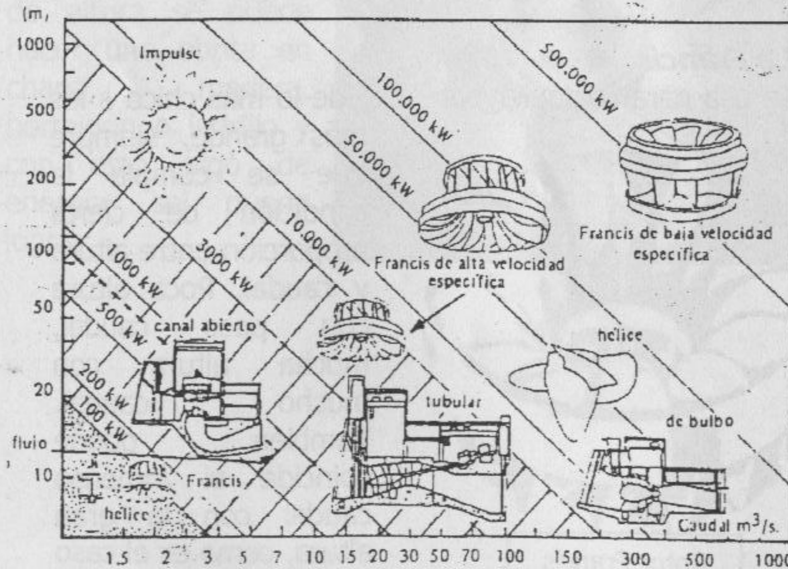
Rotor Francis

exclusivamente las turbinas Francis.

Es la más difícil de dibujar, imaginen una especie de embudo con la entrada de agua fuera de centro, al pasar el agua se forma un remolino y un eje vertical con palas que es movido por ese remolino. La turbina francis es muy parecida a una bomba con la diferencia de que el agua entra por la salida (de la bomba) y sale por la entrada.



¿Que turbina?



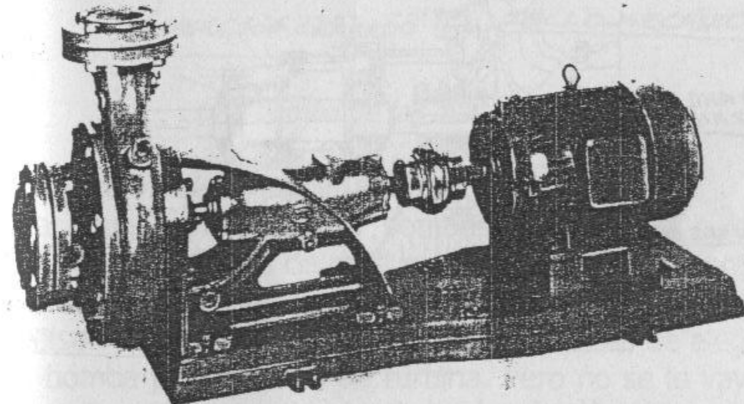
Rango de aplicación de turbinas. Fuente: James Leffel Co USA

Véase que en la bisectriz de los ejes está la Francis de un extremo a otro.

La información que necesitamos para elegir una turbina hidráulica es la altura y caudal. Si tenemos una acequia, usamos una Kaplan. En zona de mucho caudal y buena pendiente Francis. Donde hay una vertiente con gran diferencia de altura la Pelton.

Bombas centrífugas como turbinas

La mayoría de las bombas centrífugas pueden ser usadas como turbina si se conectan al revez, es decir que entra el agua por la salida y sale por la entrada. Conociendo nuestras condiciones de caudal y altura real, salimos a buscar la bomba.

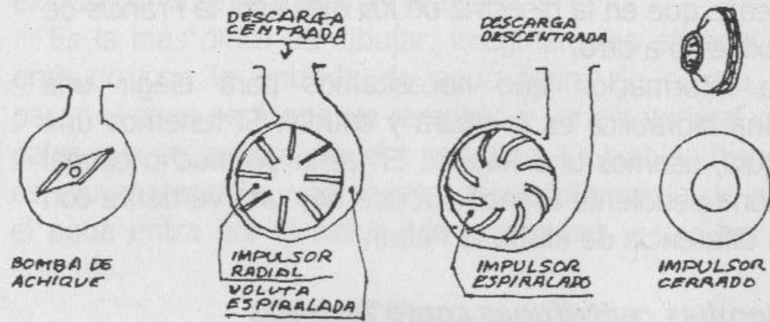


Electro-bomba centrífuga apropiada para turbina

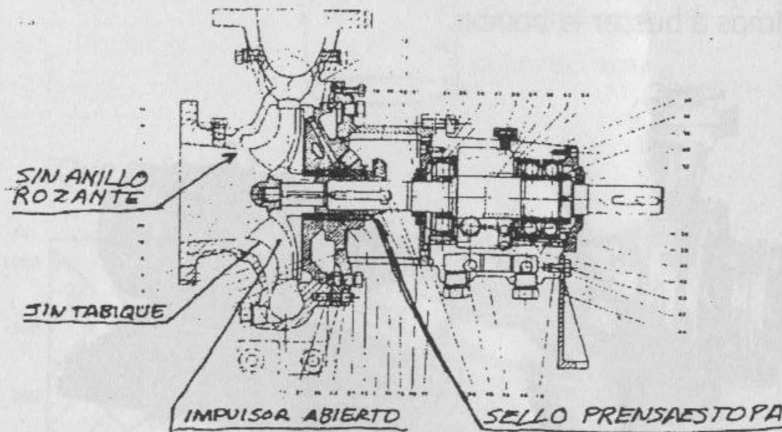
No cualquier bomba

Hay bombas que no sirven para turbina.

Desprecie todas las bombas de achique porque tienen por dentro mucho espacio libre y el agua va a circular por los intersticios en vez de hacer girar al impulsor. No es que sean malas para achicar, son así para que no se traben con objetos sólidos que pasen por ellas.



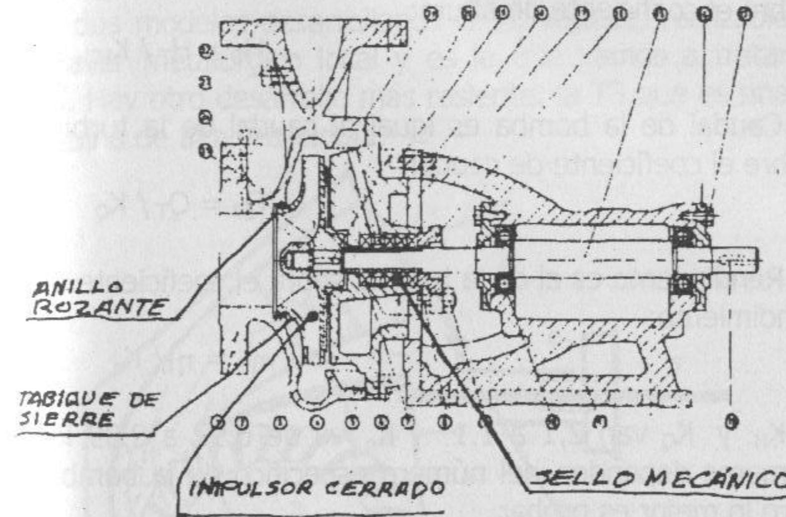
Tampoco bombas de lavarropa o bombas de agua de automóviles por el mismo motivo.



Una bomba de las más baratas

Las mejores bombas para nuestro fin tienen la envolvente espiralada, mejor si tiene la descarga descentrada. Impulsor radial y cerrado, El impulsor cerrado disminuye el rozamiento hidráulico, el anillo rozante impide que el liquido bombeado vuelva por afuera del impulsor. En nuestro caso impide que el agua pase por afuera del mismo. Los sellos mecánicos tienen menor rozamiento que los prensa-estopas tradicionales y

no tienen mantenimiento. Todas las ventajas descritas hasta aquí hacen que la bomba sea mas cara.



Una bomba de las más caras

Selección de la bomba para turbina

Las buenas fabricas de bombas tienen hechas las curvas características de cada modelo que ofrecen, tanto para 1.400 y 2.800 rpm como para cada diámetro de impulsor. Eso nos permite orientarnos a la hora de elegir una bomba para ponerla de turbina. Pero no se le vaya a ocurrir pedir una bomba con las características de altura y caudal que tenemos medidos porque no va a funcionar. El mismo fabricante tiene banco de prueba, eso le permite ensayar varios modelos y nos puede entregar la turbina probada, incluso con generador montado y probado.

Para iniciar la selección de la bomba podemos comenzar por un modelos de la mitad de la altura y la mitad del caudal que tenemos. Por ejemplo, para una

altura de 20m y un caudal de 20 litros/seg se recomienda una bomba de 10 m y 10 lts/seg.

La altura de la bomba es igual a la altura de la turbina sobre el coeficiente de altura:

$$H_B = H_T / K_H$$

Caudal de la bomba es igual al caudal de la turbina sobre el coeficiente de caudal:

$$Q_B = Q_T / K_Q$$

Rendimiento es el de la turbina sobre el coeficiente de rendimiento:

$$\eta_B = \eta_T / K_\eta$$

K_H y K_Q van 2,1 a 1.1 y K_η va de 0,92 a 0,99 los primeros dependen del número especifico de la bomba, pero lo mejor es probar.

Esta bomba va a trabajar a una presión que es el doble de lo normal y el eje también va a trabajar con el doble de torque. Por ese motovo hay que consultar con el fabricante a ver qué modelo se adapta.

En síntesis, si la altura es 10 y el caudal 10 (por poner un número) la bomba será 5 y 5, el eje debe soportar el torque de una bomba 10: 10 y el tamaño del generador es el motor de una bomba 10; 10.

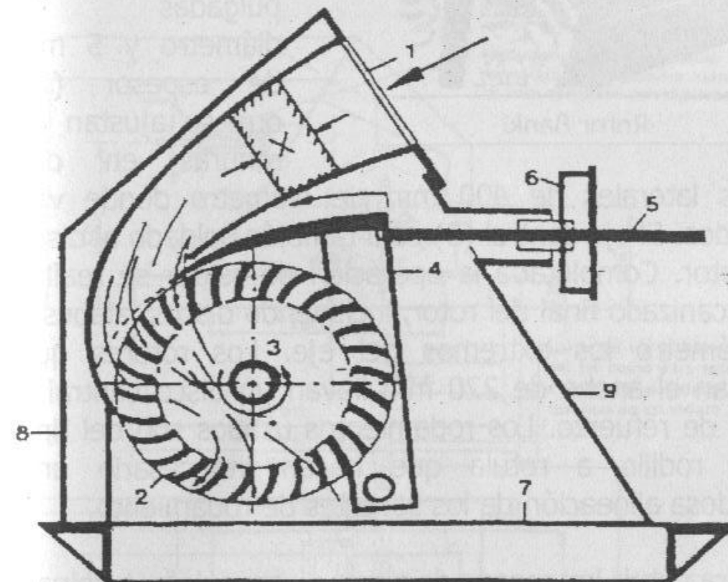
Para más información www.itdg.org.pe

Turbina hidráulica de herrería

Hay una turbina que puede ser construida por un taller metalúrgico de cualquier pueblito, herreros que se dan maña o incluso hay muchos chacareros que tienen un taller completo y lo saben usar.

Esta se llama "Turbina Michell Banki" o "Turbina de flujo cruzado" Se llama de flujo cruzado porque el agua pasa dos veces por la turbina. Hace fuerza al entrar y luego al salir. Fue patentada por un australiano llamado

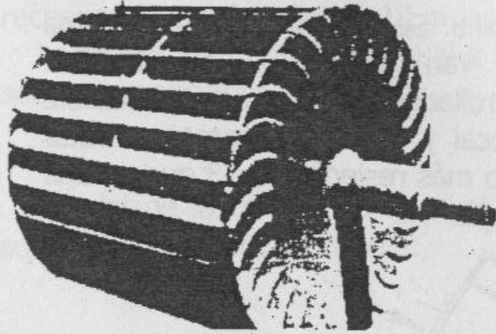
Michell y un húngaro Banki en 1903. El rotor tiene aspecto de jaula de ardilla. Se recomienda esta turbina para potencias que van desde 2 a 80 Kw. Hay dos modelos desarrollados la Ti, vetusta, realizable en taller metalúrgico local y es la que vamos a tratar aquí. Hay otro desarrollo más resiente: la T3 que es una maquina de alta tecnología.



La T1 tiene rotor con diámetro de 400 mm y presta servicio con alturas de 2 a 20 m, La T3 tiene rotor de 200 mm, funciona con alturas de 8 a 90 m y gira al doble de velocidad que la T1. Ambas líneas tienen siempre el mismo diámetro, lo que cambia es el ancho X en función del caudal, y la velocidad depende del paso del agua por la turbina.

Descripción de la turbina T1.

La admisión (1) consiste en dos placas curvas, que forman una espiral logarítmica, soldada a dos paneles planos, formando una sección de admisión y una tobera



Rotor Banki

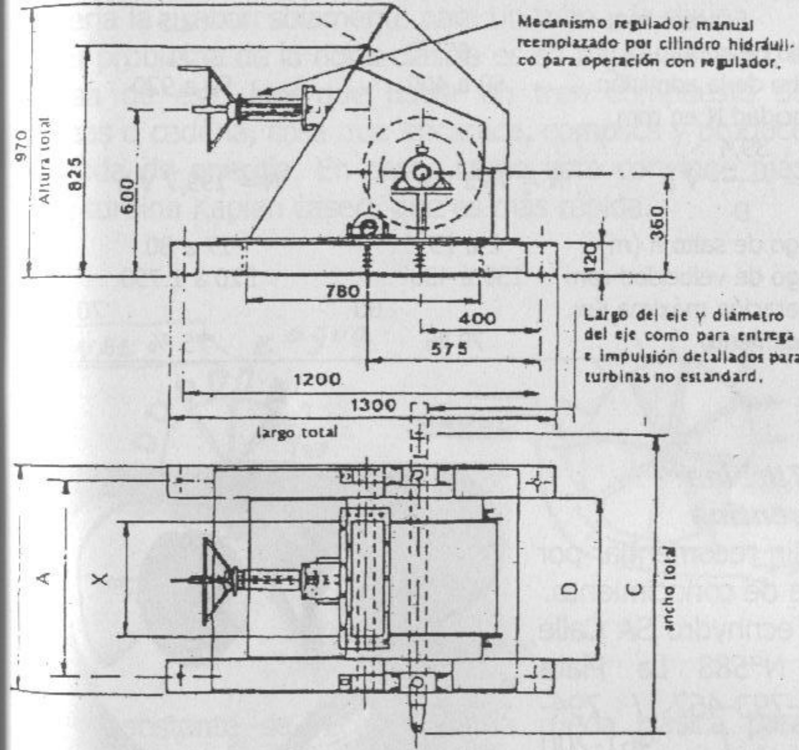
rectangular El ancho de admisión se denomina x. El rotor (3) consta de 28 alabes que son cortados de tubería estándar de 5 pulgadas de diámetro y 5 mm de espesor (2), que se ajustan en ranuras en dos discos laterales de 400 mm de diámetro donde van soldados. El eje central (3) está también soldado al disco del rotor. Completada la operación de soldar se realiza el mecanizado final del rotor, incluyendo discos, alabes y el diámetro los extremos del eje. Los rotores que superan el ancho de 220 mm llevan un disco central a modo de refuerzo. Los rodamientos usados son del tipo doble rodillo a rotula que hacen innecesario una cuidadosa alineación de los soportes de rodamiento.

Para cubrir los rangos de altura y caudal la turbina T1 se fabrica en 10 anchos de tobera! X.

Tabla de dimensiones

Tipo	A	B	C	X	D	Peso aprox. Kg.
X50	352	462	694	50	260	220
X70	372	482	714	70	280	230
X100	402	512	744	100	310	345
X150	452	562	794	150	360	260
X180	482	592	824	180	390	275
X200	502	612	844	200	410	280
X220	522	632	864	220	430	290
X300	602	712	944	300	510	325
X360	662	772	1004	360	570	345
X400	702	812	1044	400	610	360

El caudal es controlado por el regulador de flujo (4) Su eje es paralelo al eje del rotor, con dos perfiles U. La lengüeta regular como compuerta y ajusta suavemente. El dispositivo es guiado por una varilla de empuje (6) con rosca, o cilindro hidráulico si contamos con control de velocidad. Se completa la carcasa con la base (8), la parte trasera (9) y el bastidor (7)



La soldadura deforma

Cuando se sueldan los alabes al disco, cada soldadura contrae y deforma al materia que se esta soldado. La deformación causada por una soldadura es poca, pero con la suma de todas, la turbina puede terminar siendo una banana y eso es difícil de arreglar. Para evitar esto se puntean primero en cada disco cuatro alabes a 90

grados entre sí, luego otras cuatro desfasadas tres divisiones, luego otras cuatro y así siguiendo hasta completar. A continuación se suelda todo siguiendo el mismo orden.

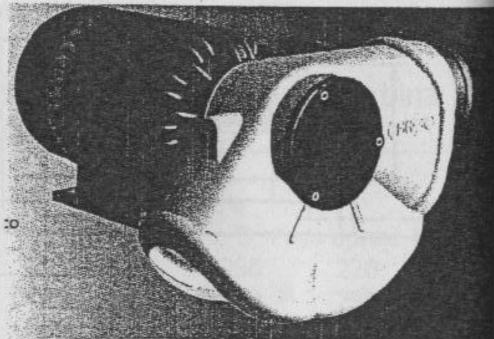
Prestaciones de las Turbinas de Flujo Cruzado

	T1	T2
Rotor Diámetro	400	200
Alabes Cantidad	28	32
Espesor mm	5	2.5
Radio de curvatura	65	31
Ancho de la admisión	50 a 400	50 a 920
Velocidad N en rpm $N = \frac{39,4}{D} \sqrt{h}$	N = 94.5 V h	N = 199,7 V h
Rango de salto h (m)	2 a 19	17 a 80
Rango de velocidad rpm	130 a 430	520 a 1.750
Generación máxima Kw.	60	70
Rendimiento	70 %	75 %

Turbina Argentina

Sin recomendar por falta de conocimiento.

Tecnhydro SA Calle 27 N°588 La Plata 021-793-467 / 794-782 / 961-200 tecnhy@netverk.com.ar



Salto	metros	6	8	10
Caudal	Lit/seg	6	7	8
Potencia	vatios	85	125	180

Ruedas hidráulicas

La clásica noria todavía se usa, se construye con madera. En Córdoba, en una acequia, instaron una rueda hidráulica hecha con una rueda de bicicleta y una multiplicación con cadena Con esto mueven un pequeño alternador que no es nada mas que el motor de una bomba de agua de lavarropas, este genera 200 mA. La batería la usaban solamente para un tubo y la radio

El problema de la noria clásica es su baja velocidad, a causa de esto hay que hacer un tren compuesto de poleas o cadena, cosa que encarece, complica y produce pérdida de energía. En casos como este conviene más una turbina Kaplan casera que es más rápida.

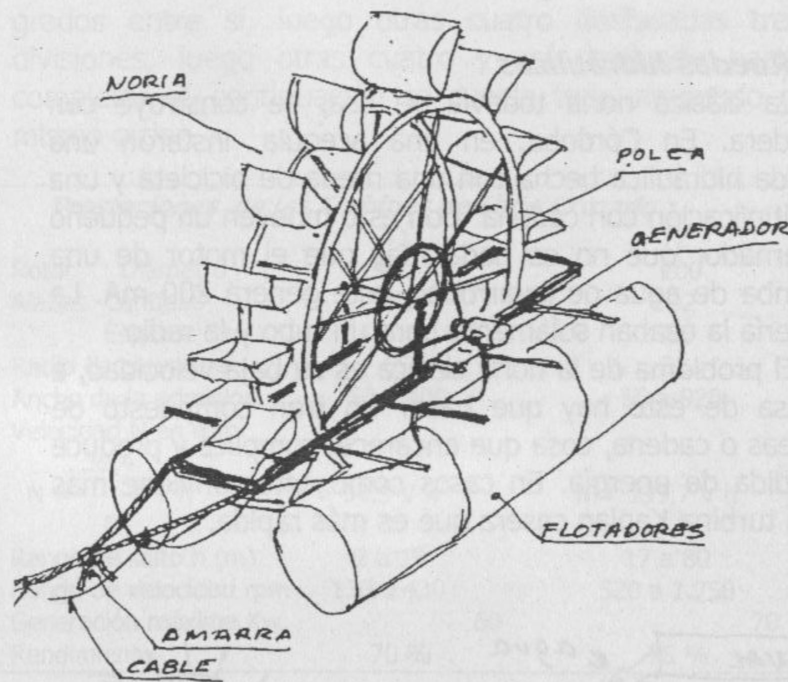


Ruedas clásicas

No obstante se recomienda la rueda clásica para aplicaciones directas que requieren poca velocidad, como mover un molino, un tormo de alfarero, etc.

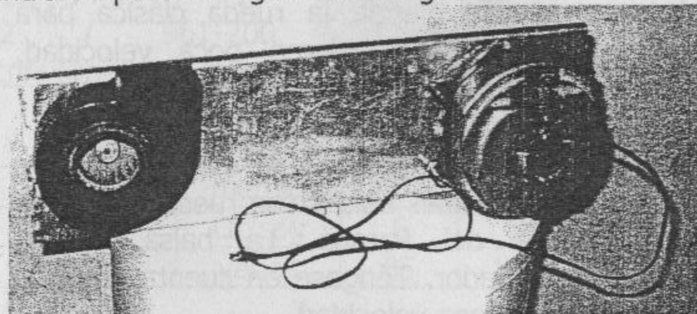
La balsa

En Misiones se usan unas balsas con rueda hidráulica atadas a la orilla del Paraná. La balsa incluye multiplicación y generador. Téngase en cuenta que por Misiones el río tiene buena velocidad.

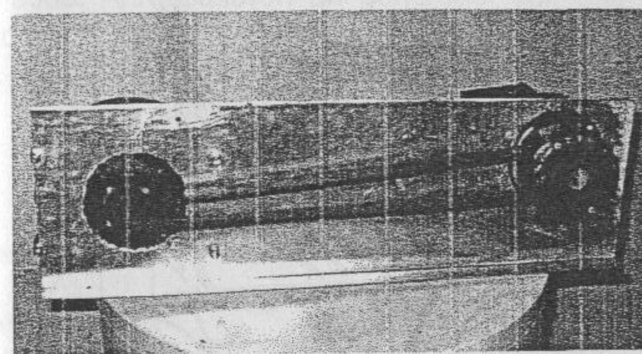


Turbina Hidráulica reciclada

Fue hecha para instalar en Córdoba, hicimos un equipo hidráulico, todo con materiales reciclados. La turbina, tipo Francis, es un ventilador de fotocopiadora. Entra el agua por donde sopla el ventilado y sale por el centro. Al pasar el agua lo hace girar.



Turbina y generador



Transmisión con la misma correa de la lustradora

El motor del ventilador es con rotor en corto circuito. Retirando el bobinado, el rotor hace la función de polea. El generador es un motor de lustra-aspiradora modificado. La modificación es el reemplazo del campo por el imán permanente de un electro-ventilador de Fiat Duna, también reciclado. La correa y una de las poleas son las mismas de la lustradora y la otra polea es el rotor del motor asincrónico del ventilador

El agua viene por un caño de 10 cm de diámetro desde una diferencia de altura de 6 m y luego se devuelve el agua a la acequia de donde se sacó. Entrega 1,3 A y funciona 24 h por día: 372,4 Wh por día.

Sabonius del río

Hicimos un Sabonius para montar debajo de una balsa en el Delta de Tigre. La idea era mover una bomba a diafragma para elevar agua.

Este proyecto se suspendió porque al momento de sumergir el Sabonius no tenía fuerza suficiente ni para girar solo, sin carga alguna.

Si alguien lo hace que busque lugares con mucha más corriente o deben hacerlos más grande. El nuestro se hizo con un tacho de plástico cortado en dos, tenia 95 cm de diámetro, 60 cm de altura y el tacho que cortamos no tenía sección circular, era casi cuadrado. Ya saben. Si van a hacer una prueba, piensen en un diámetro de 2 m, una profundidad de 1 m, sección redonda y un lugar con buena corriente. Mas que en el Arroyo Durazno.

Embolo hidráulico

En un documental de la televisión vimos una maravilla que vale la pena contar por si alguien tiene la oportunidad de llevarlo a la practica.

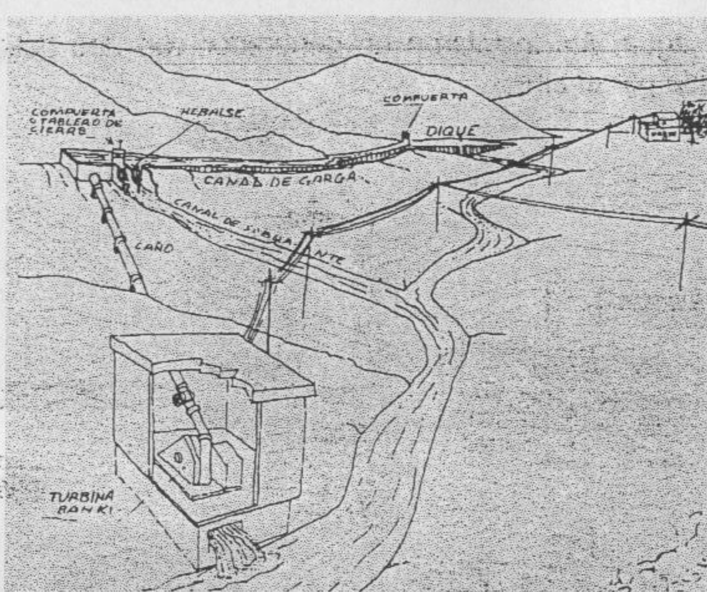
En un acantilado había una cueva (no sé si natural o artificial) por donde entraba el agua del mar. La cueva terminaba en un tramo vertical a modo de chimenea. A la salida de esta "chimenea" hicieron una loza a modo de cierre dejando en el centro un agujero redondo. Por el agujero entra y sale aire cada vez que el mar mete y

saca agua. Ahí instalaron un generador con una hélice movida por el aire.

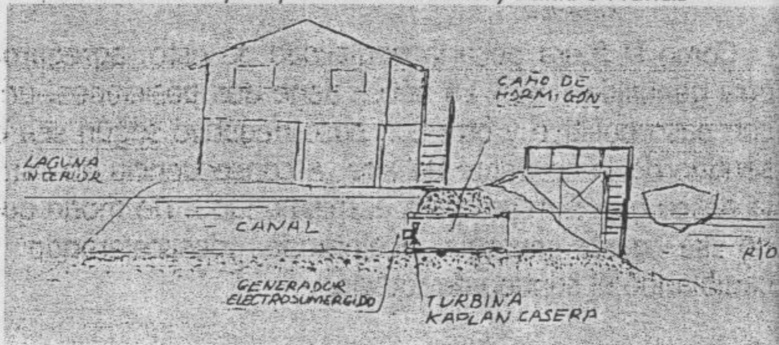
Como si fuera poca la genialidad de esto, agregaron otra genialidad más. La hélice tiene dos posiciones, una con paso positivo y otra con paso negativo según sea el sentido de la corriente de aire. A consecuencia de esto, la hélice gira siempre para el mismo lado. De modo que no se gasta energía acelerando, desacelerando y cambiando el sentido de rotación.

Instalación Hidráulica

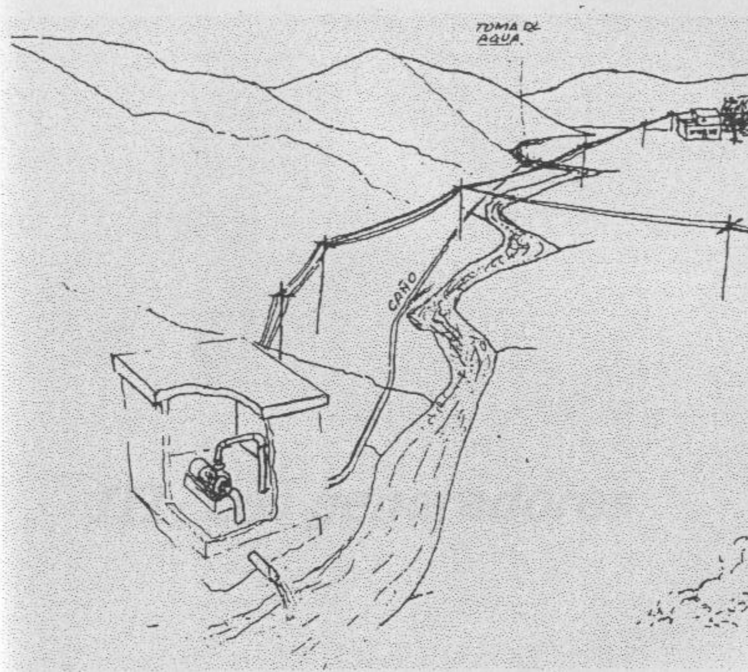
Para aprovechar la energía hidráulica hay varias instalaciones posibles según tengamos el caso de mucha altura con poco caudal, poca altura con mucho caudal y todas las combinaciones. Cuando la altura es considerable se hace un dique, de ahí se deriva agua por una acequia o por un caño hacia la turbina y luego se devuelve el agua al río.



Instalación típica para turbina Pelton, Banki o Francis



Instalación para el Delta



Iden anterior, derivando con caño

III- Los generadores

Como ya vimos, con turbina de viento o de agua, es muy poco lo que podemos elegir. La velocidad del viento, la altura y el caudal disponible son cosas dadas, En cuanto a la generación de energía sí hay cosas para elegir. Según el caso, puede ser más barato (o sencillo) alguna de las siguientes alternativas:

1- generar continua y usar continua.

Es la alternativa más barata por el bajo consumo de los artefactos y la iluminación de 12 V y por la baja potencia instalada, debido a que se acumula energía cuando no hay consumo.

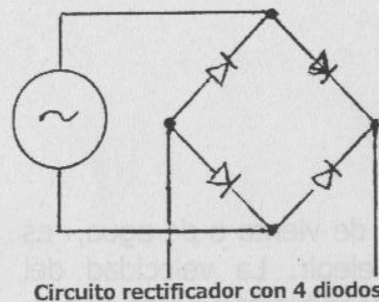
2- generar alterna y usar alterna.

Es más sencillo el alternador que la dinamo, por otra parte, la instalación y uso de 220 V alterna, es como

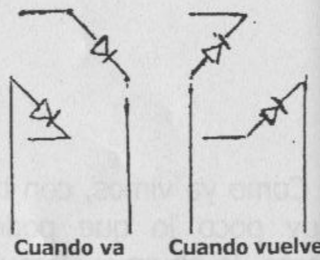
estamos acostumbrados. Lo que tenemos en contra es, una que la potencia instalada debe ser mayor que el máximo consumo posible, y la otra es la complicación de tener que regular la velocidad.

3- generar alterna y transformarla a continua.

Mediante un simple circuito de "rectificación" (que transforma alterna en continua) juntamos la sencillez del alternador con el bajo consumo de los artefactos de 12 V, la baja potencia requerida y además, no tenemos la complicación y el costo de una instalación para regular la velocidad. Es sencillo rectificar la corriente alterna. Los diodos tienen la propiedad de dejar pasar la corriente para un solo lado y no la deja volver para el otro. Con esa propiedad, un poco de ingenio y uno, dos o cuatro diodos es posible transformar ca en cc.



Circuito rectificador con 4 diodos


Cuando va Cuando vuelve

Rectificador de c.a. Produce c.c.

4- generar continua y transformarla a alterna.

Se usa cuando la fuente de energía es solar y se quiere vivir como en la ciudad. Tiene la ventaja de almacenar energía, eso hace que la potencia requerida sea menor. Pero por otro lado es una alternativa cara por el costo del ondulador y el desperdicio de energía en la transformación de continua a alterna, esto tiene un rendimiento del 50 %, esto obliga a duplicar la potencia instalada, y luego, la mayoría de los aparatos la vuelven a transformar a 12 V.

Esta es la alternativa que presentan los libros del Hemisferio Norte, donde se derrocha tanto dinero. Esta es, por lejos, la alternativa más cara posible.

Velocidad de las turbinas

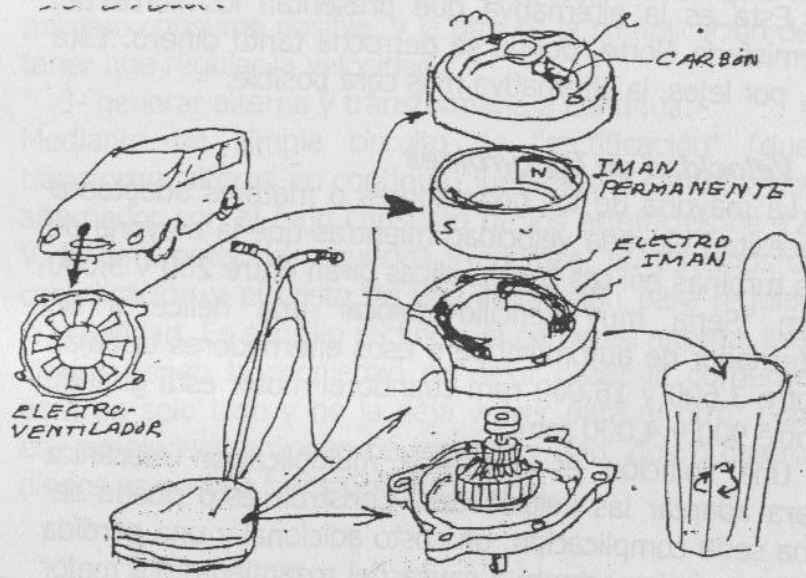
La mayoría de los generadores o motores adaptados necesitan elevada velocidad mientras que la mayoría de las turbinas eólicas o hidráulicas giran entre 200 y 3.000 rpm. Sería muy sencillo colocar una hélice a un alternador de automóvil pero esos alternadores trabajan entre 3.600 y 16.000 rpm cuando el motor está girando entre 900 y 4.000 rpm.

Una solución es usar una multiplicación mecánica para adaptar las velocidades. Construir esto puede ser una seria complicación, un costo adicional y una pérdida de energía importante a causa del rozamiento. La mejor solución es usar generadores que sean capaces de cargar baterías con poca velocidad.

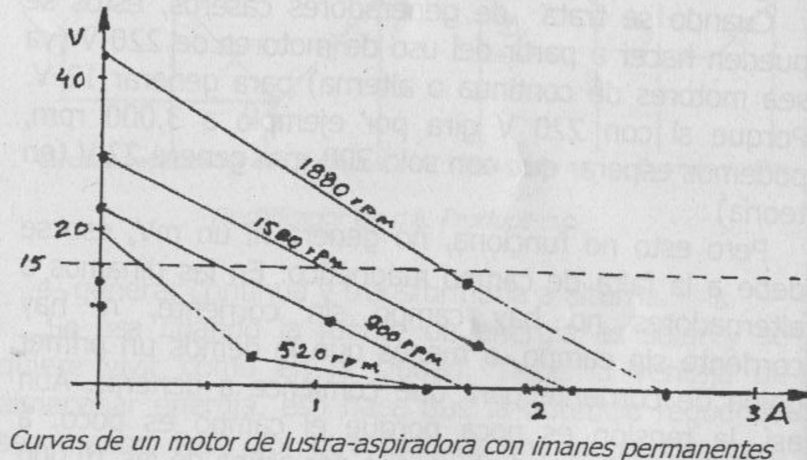
Cuando se trata de generadores caseros, estos se pueden hacer a partir del uso de motores de 220 V (ya sea motores de continua o alterna) para generar 12 V. Porque si con 220 V gira por ejemplo a 3.000 rpm, podemos esperar que con solo 300 rpm genere 22 V (en teoría)

Pero esto no funciona, no genera ni un mV, eso se debe a la falta de campo magnético. En las dínamos o alternadores no hay campo sin corriente, ni hay corriente sin campo, a menos que le demos un primer golpe de corriente para que comience a generar. Aún así, la tensión es poca porque el campo es poco, a menos que nuestra turbina gire por arriba de las 10.000 rpm. Para resolver esto, removemos los electroimanes y los reemplazamos por unos buenos imanes permanentes.

De motor a dinamo



Conversión del motor de la Yelmo

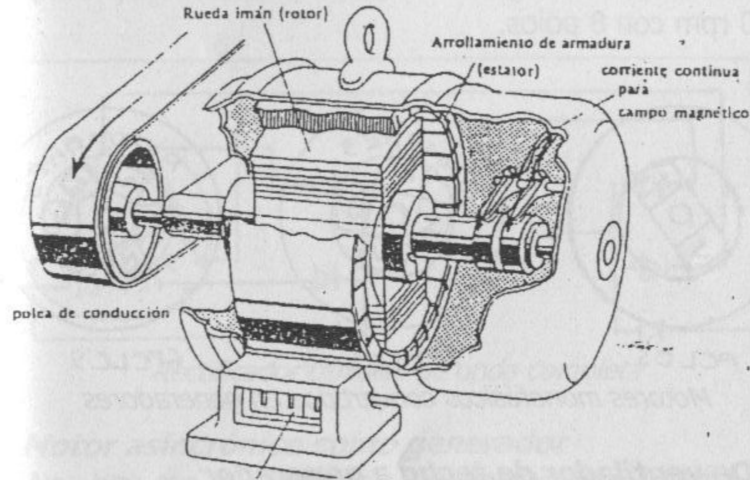


Curvas de un motor de lustra-aspiradora con imanes permanentes

Con imanes permanentes hay campo siempre, aún para velocidad cero. No obstante, las mediciones con carga de un motor de lustra-aspiradora nos han dado mucho menos de lo esperado como se ve en la gráfica, apenas 600 mA para 900 rpm.

De motor a alternador

Cualquier motor de corriente alterna puede ser transformado en alternador.



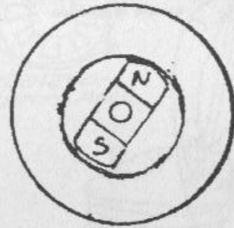
Alternador con electroimán giratorio, de dos polos

Motores sin carbones

Lavarropas, heladeras, amoladoras de banco, bombas de agua, cortadoras de pasto, extractores de aire y ventiladores grandes y otras maquinas tienen motor monofásico de c. a. A estos se los convierte a generador con solo reemplazar el rotor por imanes permanentes: dos polos, cuatro, seis, ocho o más polos, siempre de a pares (un Norte y un Sur). ...

Cuando se trata de alternadores, tenemos una ventaja adicional para facilitar la adaptación al número de vueltas de la turbina: Con la cantidad de polos se puede hacer que nuestro motor convertido en generador sea capaz de producir igual prestación con menor velocidad.

Un motor monofásico tiene un bobinado de dos campos, al convertirlo en generador va a dar un cuclo pr vuelta con un imán de dos polos (N y S), y genera 50 Hz con una turbina que gira a 50 rps = 3.000 rpm. Si no contamos con una turbina tan rápida es posible generar la misma frecuencia girando a 1.500 rpm con un rotor de cuatro polos magnéticos, a 1.000 rpm con 6 polos y a 750 rpm con 8 polos.



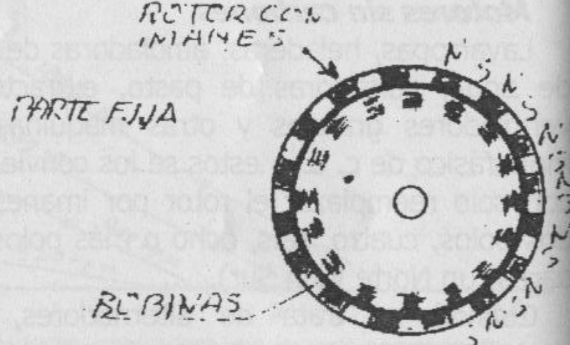




Motores monofásicos convertidos en generadores

De ventilador de techo a generador

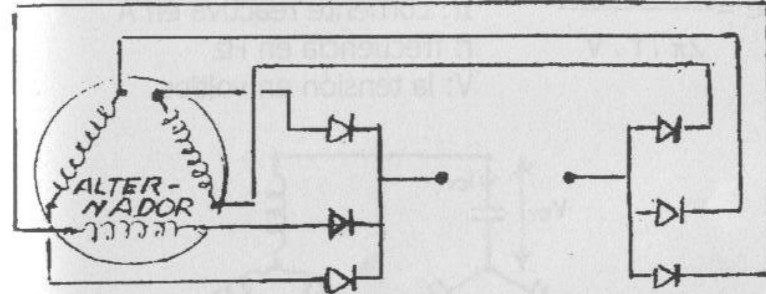
Los ventiladores de techo son como cualquier motor asincrónico con la diferencia de que los alambres están en el centro y no giran mientras que el rotor en corto circuito está afuera. El rotor exterior debería ser reemplazado por un aro que contenga los imanes permanentes.



Alternador trifásico

Poniendo a girar uno o varios pares de imanes permanentes dentro de un motor asincrónico trifásico pasa exactamente lo mismo que hemos dicho hasta aquí pero en cada fase. Obtenemos corriente trifásica de 50 Hz si conciliamos la velocidad de la turbina y la cantidad de polos apropiadas.

También la trifásica se puede rectificar:



Rectificador trifásico de onda completa

Motor asincrónico como generador

No hay en la industria un motor tan barato y abundante como los de este tipo. Para la adaptación no es necesario tocar el rotor, ni siquiera hace falta abrirlo.

Si lo vamos a usar conectados a la red, cualquier motor monofásico o trifásico, basta con acoplarlo a la turbina, conectarlo a la red para que funcione como motor empujando a la turbina, luego abrir el agua hasta que la turbina sea quien empuje al motor. Si la turbina tiende a girar un poco más lento que la red, el motor es el que empuja a la turbina y consume, si la turbina quiere girar más rápido que la red, el motor es empujado, se convierte en generador y produce.

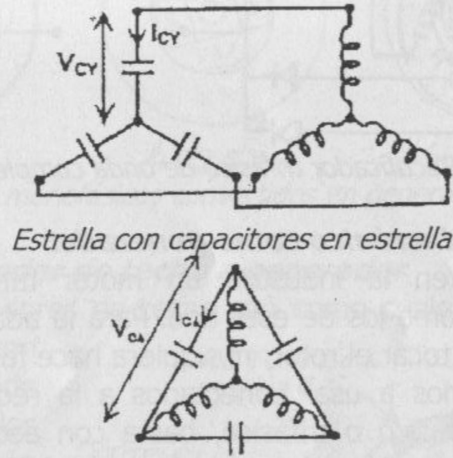
Si vamos a estar desconectado la cosa es más compleja. Sólo es posible hacerlo con motores trifásicos tanto para producir corriente trifásica como para

producir monofásica, debe ser siempre con un motor trifásico.

Para producir trifásica hay que instalar un capacitor en paralelo con cada bobina del motor para generar una pequeña corriente de excitación. La capacidad es la necesaria para una corriente igual a la corriente reactiva del motor.

$$Ce = \frac{Ir}{2\pi \cdot f \cdot V}$$

Ce: capacidad en μ F
Ir: corriente reactiva en A
f: frecuencia en Hz
V: la tensión en voltios



Estrella con capacitores en estrella

Estrella con capacitores en triángulo

Para saber cuanto es la corriente reactiva "Ir", hay dos maneras: una es poner el motor en marcha en vacío y medir una fase o las tres y hacer la cuenta por fase. La otra es, con los datos de la chapa del motor, hacer el cálculo pitagórico entre la potencia en W y el consumo en VA o el calculo trigonométrico con el cos ϕ. No comprar capacitores de arranque (son mucho más baratos) porque no resisten el servicio continuo,

Para generar monofásica, el ensayo y el cálculo son iguales, los capacitores también son 3, y la forma de conexión es un capacitor en paralelo con el consumo, dos en paralelo con otra fase y ninguno en la otra. El sentido de giro no es indiferente, para un lado no genera, para el otro sí.

Siempre es conveniente generar en una frecuencia un poco mayor que la de diseño del motor.

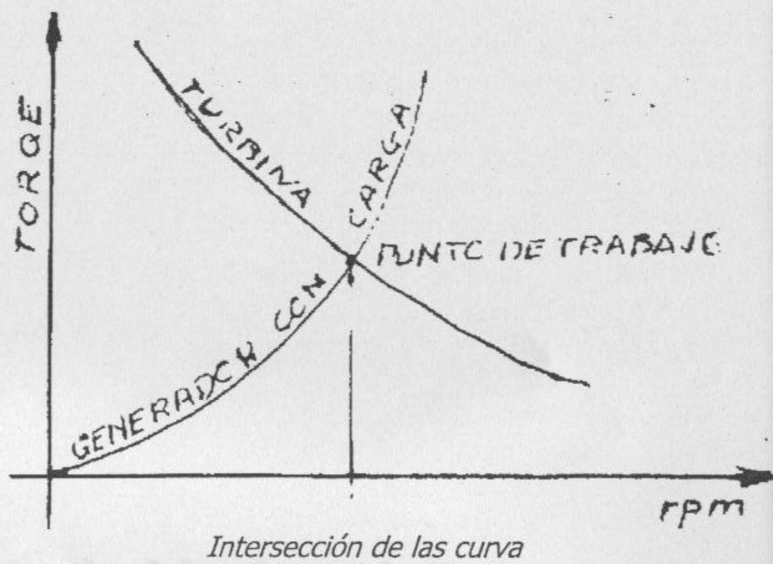
Para más información www.itdg.org.pe

VI- Control de velocidad

Variaciones de carga

Por lo dicho hasta aquí parece fácil congeniar cualquier turbina con cualquier generador, pero no es así, por que la turbina se enlentece en la medida que el generador se pone pesado y el generador se pone pesado cuando aumenta el consumo de corriente.

Para formar una buena pareja turbina-generador no basta con lo visto hasta ahora, tenemos que conocer la curva de torque de cada uno de los componentes. Donde se cortan las dos curvas está la velocidad de equilibrio, a ese número de vueltas girará el sistema.



Intersección de las curva

En la medida que aumenta la corriente, la curva de torque del generado se hace más empinada y se cortarán las curvas a menor velocidad. Cuando disminuye el consumo de corriente se aplana la curva del generador y se cortan a mayor velocidad.

Si se cruzan a una velocidad no deseada es necesario aplicar una transmisión a cadena o correa.

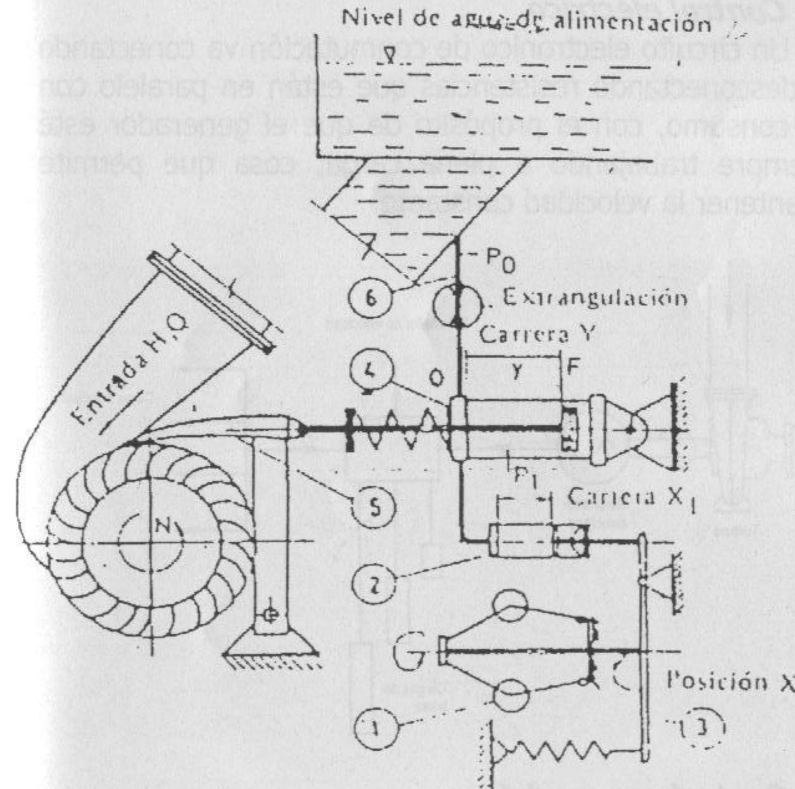
Regulación de velocidad

El sistema si está conectado a la red no necesita regulación alguna, si no lo está tendrá una fuerte tendencia a variar su velocidad en función del consumo eléctrico. Por lo tanto, para mantener la velocidad dentro de los límites admisibles hace falta un sistema de control de velocidad hidráulico, eléctrico o electrçonico.

Control hidráulico

El primero consiste en una válvula que restringe el paso de agua cuando el consumo es bajo o nulo y se va abriendo en la medida en que la velocidad tiene a bajar.

1-	péndulo centrífugo
2-	Estrangulación / válvula piloto
3-	Palanca
4-	Cilindro de apertura, con cierre a resorte
5-	Compuerta
6-	Suministro de presión hidráulica



Control mecánico de velocidad para turbina Banki

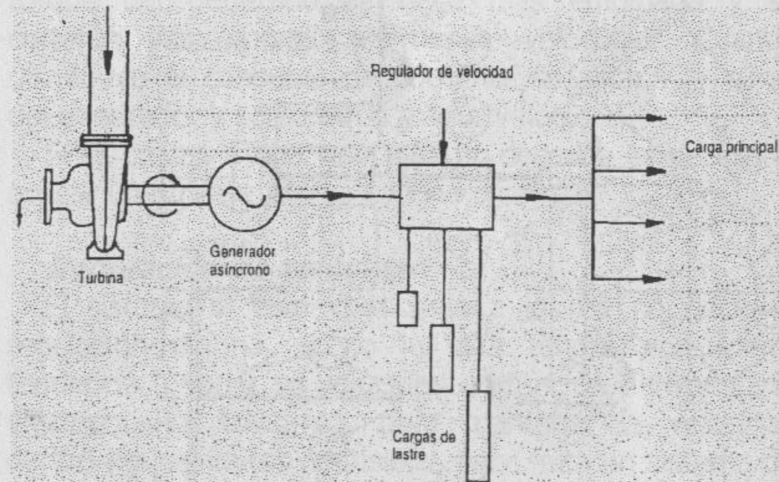
La válvula puede estar gobernada por un sistema electrónico o mecánico. El segundo mantiene constante el caudal de agua y es un sistema electrónico que deriva

corriente por un grupo de resistencias para disipar el exceso de energía.

Hay una pequeña corriente de agua que pasa por una estrangulación fija (6) y otra estrangulación variable (2) Cuando el péndulo tiende a cerrarse por falta de velocidad disminuye la estrangulación de caudal en (2), eso aumenta la presión en el cilindro (4) que vence al resorte y abre la lengüeta para aumentar la velocidad de la turbina. Cuando hay exceso de velocidad aumenta el caudal en (2), se relaja el cilindro (4) y el resorte cierra.

Control eléctrico.

Un circuito electrónico de conmutación va conectando y desconectando resistencias que están en paralelo con el consumo, con el propósito de que el generador esté siempre trabajando a plena carga, cosa que permite mantener la velocidad constante.



Control por caudal.

Un circuito mide la frecuencia, cuando esta aumenta por encima del valor deseado activa un relay, cuando baja activa otro. La señal de los relays van a una válvula

con actuador eléctrico que va abriendo o cerrando el agua de la turbina para que esta mantenga la velocidad constante.

Puede ser un frecuencimetro con alarma de alta y baja, estas salidas para alarmas deben ser aptas para mover un relay o adaptadas. Tambiçen, con un circuito a base de un TC6003rpm se puede hacer el frecuençímetro con salidas a relay o mandarlos a hacer, esto cuesta 100 dólares, uno de los que hacen es www.teksor.com.ar

APÉNDICE

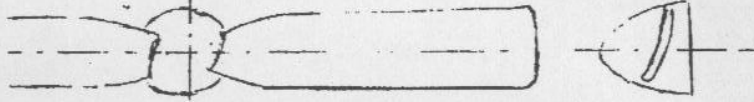
Estos temas requieren un mínimo de formación técnica, no necesariamente hay que ser Técnico Mecánico o Eléctrico. Cualquier Técnico Químico, Agrónomo, Electrónico, Maestro Mayor de Obra tiene esa forma de pensar que le permite entender esto de una lectura. Se dejaron para el final porque hay gente que abandona la lectura cuando no entiende un par de renglones. Si la abandonan a esta altura del libro ya no es grave. Se puede tener Energía Eólica e Hidráulica a bajo costo sin entender lo que viene a continuación

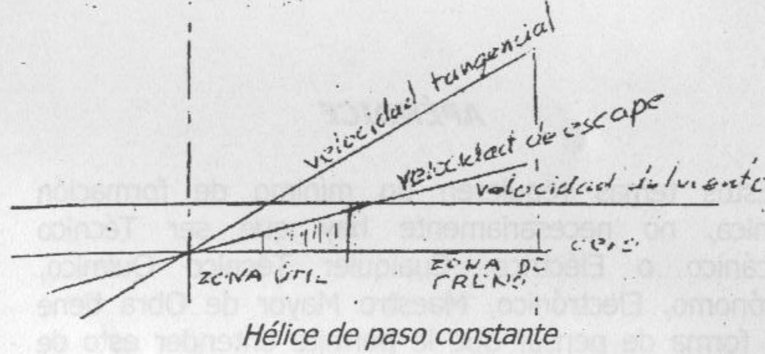
Hélice T.T. de Torque Total

Aparentemente, por efecto del viento, la hélice hace fuerza en toda la superficie. Se cree que toda la superficie de la Hélice genera torque. Pero no es así. La velocidad tangencial de la hélice va cambiando en función del diámetro, llegando a cero en el eje de rotación. Mientras que el viento que pasa tiene la misma velocidad a lo largo de toda la hélice.

Si una hélice tiene el mismo paso en todo su largo y la mantenemos frenada y expuesta al viento, toda su superficie va a generar fuerza porque hay una relación

entre velocidad de viento y ángulo de la hélice. Pero cuando la hélice está girando, esto no sucede.





Hélice de paso constante

Olvidemos el viento por un momento. Si hacemos girar la hélice lentamente y ponemos el dedo en la superficie de atrás, no va a expulsar el dedo debido a que esa cara es como una cuña. Observe que la velocidad de expulsión o velocidad de escape es mayor en la punta de la hélice que en el centro.

La hélice común, genera torque sobre un radio donde la velocidad de escape es un poco menor que la del viento, casi no hace fuerza donde el radio es menor e incluso, para radios mayores hay una superficie que frena, porque la velocidad de escape supera a la del viento y trabaja como hélice de avión, empujando al aire.

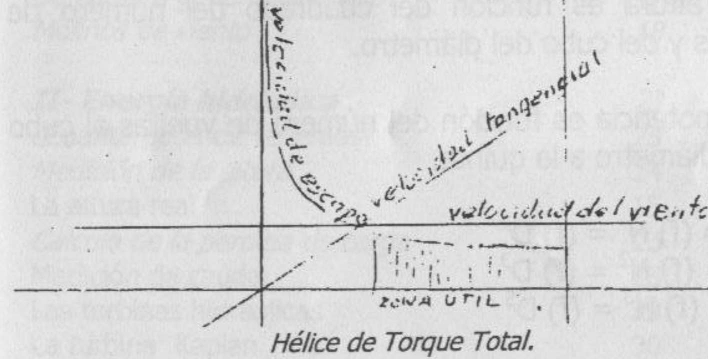
Pensemos en una hélice que tenga igual velocidad de escape en toda su longitud cuando está girando. Debe tener un ángulo que varía a lo largo del radio. En el centro, la velocidad tangencial es cero, por lo tanto, la tangente del ángulo es infinita. La tangente del ángulo

para cada radio debe ser la relación entre la velocidad del viento y la velocidad tangencial en ese punto.

Lo dicho hasta aquí es ideal. La velocidad de escape debe ser siempre inferior a la del viento. Esa diferencia es la pérdida de energía del viento.

La energía del viento es = ½ m. V^2 pero lo que aprovecha la hélice es la pérdida de velocidad del viento al pasar por la turbina. Según el teorema de Betz hay un límite, la pérdida de velocidad no puede ser mayor a ¾ Podemos tomar entonces una pérdida de ½, de modo que para nosotros la tangente para cada radio va a ser:





Hélice de Torque Total.

$$Tg\ \alpha = \frac{Vv}{2 \cdot Vt}$$

Vv: Velocidad del viento (m/seg)
Tg: Tangente para cada radio
Vt: Velocidad tangencial (m/seg)

Reemplazando Vt: $Tg\ a = \frac{Vv}{2 \cdot \pi \cdot n \cdot D}$

La hélice T.T. genera torque con toda su superficie

Factores de Forma

Las fábricas de bombas no tienen un modelo para cada prestación. Según el caso, le ponen un motor de 1.400 ó 2.800 rpm. También a último momento le tornean el impulsor para que cumpla con la curva que pide el cliente. A veces el cliente se ve forzado a tornear un impulsor (porque la va a usar en otro lado, por ejemplo) Para estos casos los fabricantes acercan unas formulitas como referencia y para evitar que se pasen de medida con el torno.

Estas dicen que:

El caudal es función del número de vueltas y de cuadrado del diámetro.

La altura es función del cuadrado del número de vueltas y del cubo del diámetro.

La potencia es función del número de vueltas al cubo y del diámetro a la quinta.

$$Q = (f)\ N = (f)\ D^2$$
$$H = (f)\ N^2 = (f)\ D^3$$
$$P = (f)\ N^3 = (f)\ D^5$$

Cuando se utiliza una bomba como turbina es conveniente elegir la que tiene menos torneado el impulsor, porque eso es espacio libre, cosa que no conviene en estos casos.

Es muy importante conversar con los técnicos de la fabrica de bombas porque si ellos conocen nuestra intención pueden ofrecer modelos alternativos mejores para nuestro caso.

I N C I C E

I. Energía Eólica	*3*
Potencia disponible	*3*
Calculo grafico	5
Velocidad del viento	*6*
Medidor de velocidad del viento	*6*
Detector eléctrico	7
Medición visual	*8*
La altura tiene que ver	*10*
Más importante que la velocidad	*10*
Mejor poco pero siempre	11
La turbina eólica	12
¿Porqué las hélices tienen 4; 3; 12 palas?	13
Turbinas de eje vertical	*14*
Lo grave de la energía Eólica	*15*
Fabricantes	17
De cartel a generador eólico	*17*
Molinos de viento	*18*
II- Energía hidráulica	*23*
¿Cuanta potencia tenemos?	23
Medición de la altura	*24*
La altura real	15
Calculo de la perdida de carga	*25*
Medición de caudal	28
Las turbinas hidráulicas	29
La turbina Kaplan	30
La Kaplan casera	31
La Francis	32
¿Que turbina?	*33*
La Francis casera	*33*
No cualquier bomba	*34*
Turbina hidráulica de herrería	*36*
Descripción de la turbina T1.	*37*
La soldadura deforma	*40*
Ruedas hidráulicas	*41*
La balsa	*42*
Turbina Hidráulica reciclada	*42*

Sabonius del río 44
Embolo hidráulico 45
Instalación Hidráulica 46

III- Los generadores *49*
Velocidad de las turbinas *51*
De motor a dinamo 52
De motor a alternador *53*
Alternador trifásico 55
Variaciones de carga 55
Regulación de velocidad 56

APÉNDICE *59*
Hélice T.T. de Torque Total 59
Factores de Forma 62

COLECCIÓN PERMACULTU

Cómo tratar a la tierra: Sobre explotar la tierra con fertilidad crecie corregir las tierras. Plantas indicadoras.
Labranza Cero: Sin puntear, sin arar, sin sacar pasto, malezas, árbc raíces. En pequeñas y grandes extensiones. Permacultura con máquin
Intercultivos: Plantas enemigas, plantas compañeras. Varias explot misma superficie. Tablas de afinidades. Relación entre familias.
Siembra Poda Injerto: Claves de la siembra, enfermedades de repr injertos: Cómo y porqué se hacen y cómo y porqué dejar de hacerlos.
Control de Plagas: Plantas e insectos que custodian, insectos qu posible pactar. Los insectos de cada planta y quien los repele.
Huerta Urbana: Cultivar en techos, árboles, paredes, interiores, me y rincones. Hidroponía sustentable.
La basura: Todos los reciclajes: Reciclaje de basura orgánica con reciclaje de plásticos, pilas. Para la casa y para la ciudad.
Bacterias para la Salud: Las bacterias limpian, desodorizan, desinf salud y conservan alimentos. Higiene sin detergente, lavanc Conservación de alimentos sin frío.

Refrigeración y Calefacción solar: Cuanto más Sol más frío. Arqu del frío y el calor.
Uso y reciclaje del agua: Captación, selección, conservación y rec Baños secos. Purificación del agua con plantas acuáticas.
Autoconstrucción: Construcción con materiales del lugar y de baj tierra compactada, fardos de pasto, Bambú, Fibras Naturales, Suelo Ce
El calor del Sol: Calefones, hornos y cocinas solares. Detalles Destiladores de alto rendimiento.
Hornos y cocinas de barro. Cocinar sin fuego: Modelos de al Construcción y uso. Alternativas para ahorrar y para no consumir comb
Biogás: Cálculo y diseño de digestores. Purificación y almacenaje c motores. Instalación. Digestor de barro móvil.
Energía Solar de bajo costo: Nociones básicas de energía, trabajo, electricidad. Energía eléctrica solar de bajo costo. Cálculos, instalacion
Energía Eólica e Hidráulica de bajo costo:. Transformación bomb de motores en generadores. Cálculos de potencias y costos.
Cría de animales pequeños: gallinas, conejos, patos, gansos, palon
Apicultura hogareña: Construcción de colmenas, instalaciones y Manejo y multiplicación de núcleos.

Libros en preparación
Producción de hongos: Champiñón, Girgolas, Shitake. Producción c
Acuacultura: Peces, langostinos, caracoles, plantas acuáticas, algas c

Otros libros del mismo autor
Algo sobre Energía Nuclear: El autor trabajó en el diseño del Edific de la Central Atómica Río III. Hoy pone aquí una descripción sencilla y
La Sociedad de los Zombis Ensayo desestabilizador de usos y co crítica exagerada a la sociedad de consumo